

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad III



TESIS DOCTORAL

**Indicadores óptimos de consumo de capital en situaciones de crisis:
análisis del comportamiento del Value at Risk por percentil y percentil
ponderado**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Pedro Álvaro Arévalo de Pablos

Director

José Ramón Aragonés González

Madrid, 2016

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y
EMPRESARIALES

Departamento de Economía Financiera y

Contabilidad III



Tesis Doctoral

**INDICADORES OPTIMOS DE CONSUMO DE CAPITAL EN SITUACIONES DE
CRISIS: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL VALUE AT RISK POR
PERCENTIL Y PERCENTIL PONDERADO**

AUTOR: PEDRO ÁLVARO ARÉVALO DE PABLOS

DIRECTOR: José Ramón Aragonés González

Madrid, 2015

DEDICATORIA,

“Donde haya un árbol que plantar, plántalo tú. Donde haya un error que enmendar, enmiéndalo tú. Donde haya un esfuerzo que todos esquivan, hazlo tú. Sé tú el que aparta la piedra del camino”. Gabriela Mistral

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi agradecimiento a todas las personas que me han ayudado y han hecho posible que esta tesis haya podido salir adelante.

En primer lugar quiero mostrar mi agradecimiento al director de esta tesis Jose Ramón Aragonés sin cuya ayuda y dirección no hubiera podido finalizar este trabajo. Además de por su labor docente y de divulgación, puesto que uno de los primeros libros que leí sobre riesgo de mercado y VaR fue el suyo.

Quiero agradecer a mi amiga y compañera de universidad María del Mar Camacho Miñano, todos los esfuerzos, correcciones y ánimos que me ha dado para que finalizara la tesis.

También quiero agradecer a todos mis compañeros por las aportaciones, comentarios y sugerencias que han realizado, en especial a Ana Pérez, Andrés Berenguer, Pablo Gallardo y Enrique Ramos. Sus críticas constructivas han sido de gran valor en el proceso de elaboración de esta tesis.

Por último, por ser lo más importante, quiero agradecer a mi familia, en especial a mis tres hijos (Hugo, Pablo, Edurne) y a mi mujer, Belén, por todo el tiempo que no he podido dedicarles. A mis padres (Pepe y Maribel) y hermanas (Lara y María) por su paciencia y apoyo incondicional.

GUION.-

SUMMARY/RESUMEN

INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN DEL TEMA DE ESTUDIO

CAPÍTULO 1. CONCEPTO, UTILIDAD Y LIMITACIONES DEL VAR

**CAPÍTULO 2. CRISIS ECONÓMICA, BASILEA II Y PROPUESTAS DE MEJORA
COMO PARÁMETROS DE CONSUMOS DE CAPITAL: STRESSED VAR**

**CAPÍTULO 3. RECUPERACIÓN ECONÓMICA, BASILEA III Y PROPUESTAS
DE MEJORA COMO PARÁMETROS DE CONSUMOS DE CAPITAL:
EXPECTED SHORTFALL**

CAPÍTULO 4. HIPÓTESIS, MUESTRA Y METODOLOGÍA

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

**CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES. LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE
INVESTIGACIÓN.**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÍNDICE

	Páginas
ABREVIATURAS UTILIZADAS.....	10
LISTA DE TABLAS.....	13
LISTA DE FIGURAS.....	17
RESUMEN / SUMMARY	19
INTRODUCCION Y MOTIVACIÓN DEL TEMA DE ESTUDIO	27
CAPITULO 1. CONCEPTO, UTILIDAD Y LIMITACIONES DEL VaR	36
1.1. INTRODUCCIÓN	36
1.2. MODELOS INTERNOS DE RIESGOS.....	39
1.3. METODOLOGIAS VAR	43
1.4. LIMITACIONES DEL VAR.....	47
1.4.1 SIMPLIFICACIONES UTILIZADAS PARA EL CÁLCULO DEL VaR	47
1.4.2. LIMITACIONES METODOLÓGICAS	49
1.4.3. COMPARACIÓN DE CIFRAS DE VaR ENTRE ENTIDADES	55
1.5. PROBLEMAS y BENEFICIOS DEL VAR	57

CAPITULO 2. CRISIS ECONÓMICA, BASILEA II Y PROPUESTAS DE MEJORA

COMO PARÁMETROS DE CONSUMOS DE CAPITAL: STRESSED VAR59

2.1.- ORÍGENES DEL ACUERDO DE BASILEA	59
2.1.1- BANCO DE PAGOS INTERNACIONALES	59
2.1.2- COMITÉ DE BASILEA DE SUPERVISIÓN BANCARIA (BCBS)	61
2.1.3.- CAPITAL EN LA INDUSTRIA BANCARIA	62
2.2. BASILEA I	65
2.3.- DE BASILEA I A BASILEA II	67
2.4.- BASILEA II	69
2.4.1.- EFECTOS BASILEA II EN EL RIESGO DE MERCADO	71
2.4.2.- PILARES DE BASILEA II	73
2.5.- INTRODUCCIÓN AL STRESSED VAR	79
2.6- ORIGEN DEL STRESSED VAR	82
2.6.1 CRISIS HISTÓRICAS	82
2.6.2 MOTIVACIONES PARA LA APARICIÓN REGULATORIA DEL STRESSED VAR	86
2.7.- CAPITAL REGULATORIO POR STRESSED VAR	88
2.8.- IMPLICACIONES DE LA APLICACIÓN DEL SVAR	93
2.8.1 VENTANA HISTÓRICA EN EL CÁLCULO DEL STRESSED VAR	94
2.9.- ESTUDIO DEL IMPACTO DE CAPITAL EN EL SVAR	99
2.9.1 CÁLCULO DEL SVAR PARA UNA CARTERA TIPO	106
2.10. CRÍTICAS AL STRESSED VAR	108
2.11. USO DEL STRESSED VAR	111
2.12. ¿FUNCIONA EL VAR EN PERÍODOS DE CRISIS?	116

CAPITULO 3. RECUPERACIÓN ECONÓMICA, BASILEA III Y PROPUESTAS DE MEJORA COMO PARÁMETROS DE CONSUMOS DE CAPITAL:

EXPECTED SHORTFALL119

3.1 BASILEA III Y LA REGULACION DE LA INDUSTRIA BANCARIA.....	119
3.2. - RESUMEN DE LAS MODIFICACIONES INTRODUCIDAS EN BASILEA III	124
3.2.1.- MODIFICACIONES EN LA REGULACION DE CAPITAL.....	125
3.2.2.- MEJORAS EN EL MARCO DE BASILEA II: RIESGO DE MERCADO	129
3.3.- CONCLUSIONES DE BASILEA III.....	131
3.4.- INTRODUCCION AL EXPECTED SHORTFALL	134
3.5.- PROPIEDADES MEDIDA DE RIESGO: SUBADITIVIDAD	136
3.6- MEDIDAS ALTERNATIVAS DE RIESGOS. EL ES	140
3.6.1.- CONCEPTO DE EXPECTED SHORTFALL.....	141
3.6.2.- VENTAJAS.....	142
3.6.3.- BACKTESTING	144
3.7. CÁLCULO DEL ES Y VAR PARA UNA CARTERA TIPO	146

CAPITULO 4. HIPÓTESIS, MUESTRA Y METODOLOGÍA.152

4.1. INVESTIGACIÓN PROPUESTA, OBJETIVOS PERSEGUIDOS E HIPÓTESIS A CONTRASTAR	152
4.1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	152
4.1.2. HIPOTESIS A CONTRASTAR.....	154

4.1.3. PRINCIPALES APORTACIONES RESPECTO A OTROS ESTUDIOS REALIZADOS	155
4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION, DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	156
4.2.1. NIVEL DE CONFIANZA.....	156
4.2.2. CONJUNTO DE FACTORES DE RIESGO	157
4.2.3 CÁLCULO DE RENDIMIENTOS.....	163
4.3. METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN.....	165
CAPITULO 5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	170
5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO RESULTADOS OBTENIDOS: VAR, SVAR y ES.	171
5.1.1 ANALISIS FACTOR DE RIESGO TIPO DE CAMBIO (FX)	171
5.1.2 ANALISIS FACTOR DE RIESGO SPREAD CRÉDITO.....	172
5.1.3 ANALISIS FACTOR DE RIESGO VENTA VARIABLE.....	174
5.1.4 ANALISIS FACTOR DE RIESGO SPREAD SOBERANO.....	175
5.1.5 ANALISIS FACTOR DE RIESGO TIPO DE INTERÉS.....	176
5.1.6 ANALISIS FACTOR DE RIESGO COMMODITIES	177
5.2. ANALISIS DESCRIPTIVO DE LOS EXCESOS	179
5.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE BACKTESTING	182
5.3.1. ANÁLISIS BACKTESTING DEL TIPO DE CAMBIO (FX)	185
5.3.2 ANÁLISIS BACKTESTING CRÉDITO.....	189
5.3.3. ANÁLISIS BACKTESTING RENTA VARIABLE (EUROSTOXX).....	193
5.3.4 ANÁLISIS BACKTESTING SPREAD SOBERANO (PRIMA RIESGO ESPAÑA)	197
5.3.5 ANÁLISIS BACKTESTING TIPO DE INTERES	201

5.3.6 ANÁLISIS BACKTESTING COMMODITIES	205
5.3.7. CONCLUSIONES BACKTESTING	210
5.4. ANÁLISIS DESCRIPTIVO CONSUMO DE CAPITAL PARA LOS DIFERENTES ACTIVOS	213
5.4.1. ANÁLISIS EXCEPCIONES	213
5.4.2. ANÁLISIS DEL CONSUMO CAPITAL REGULATORIO	218
5.5. DISCUSION DE LOS RESULTADOS	225
CAPITULO 6. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION.....	228
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	236

ABREVIATURAS UTILIZADAS

BB	Banking Book
BCBS	Basel Committee on Banking Supervision
BIS	Bank for International Settlements
BIS I	Acuerdo Basilea publicado en 1988
BIS II	Segundo Acuerdo de Basilea publicado en 2004
CBSB	Comité de Basilea de Supervisión Bancaria
CCR	Counterparty Credit Risk
CRM	Comprehensive Risk Measure
DJIA	Down Jones Industrial Average
ES	Expected Shortfall
EUROSTOXX	Índice bursátil ponderado por capitalización de las 50 empresas europeas
FMI	Fondo Monetario Internacional
FTSE	Financial Times Stock Exchange
FX	Foreing Exchange (Tipo de cambio)
G10	Grupo de los 10 países más industrializados y emergentes del mundo
G20	Grupo de los 20 países más industrializados y emergentes del mundo
HSI	Hang Seng Index
IBEX	Índice Bursátil Español
IOSCO	International Organization of Securities Commissions

IRC	Incremental Risk Charge
ITM	In The Money” (dentro de dinero)
LTCM	Long-Term Capital Management
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OTM	Out of The Money” (fuera de dinero)
OTC	Over The Counter
PL	Profit and Loss (beneficios y pérdidas)
QIS	Quantitative Impact Study
RCL	Ratio de Cobertura de Liquidez
RFNE	Ratio de Financiación Neta Estable
RM	RiskMetrics
RMV	Ratio Máxima Verosimilitud
RST	Rusia Stock Index
RWA	Activos Ponderados por Riesgo
Sec BB	Securitisation in the Banking Book
SIB	Systemically Important Banks
SIFI	Instituciones Financieras de Importancia Sistémica
SMM	Standard Measurement Methods
SVaR	Stressed Value at Risk
TB	Trading Book
TCE	Tail Conditional Expectation

TLAC	Total Loss Absorbing Capacity
UE	Unión Europea
VaE	Value at Earnings
VaR	Value at Risk

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Comparación de las diferentes metodologías de VAR.....	45
Tabla 2: Recargo en la Kr en función del número de excepciones y clasificación zona de Backtesting.....	91
Tabla 3: Cambios en los activos ponderados por riesgo, en porcentaje	101
Tabla 4: Incremento en el Trading Book relacionado con las cargas de capital relativo a los requerimientos de Capital Global, Bancos Grupo 1, en porcentaje.....	102
Tabla 5: Incrementos en Trading Book cargos de capital relativo s a los requerimientos de riesgos de mercado, Bancos del grupo 1.....	103
Tabla 6: Comparación cálculo de VaR percentil, percentil ponderado y Stressed VaR	106
Tabla 7: Diferencias entre VaR y SVaR.....	114
Tabla 8: Aplicación temporal prevista para Basilea III	123
Tabla 9: Normas mínimas de conservación de capital para un banco que este sujeto a un requerimiento del colchón anticíclico del 2.5%.....	128
Tabla 10: Cálculo comparativo del Var, SVaR y ES.....	146
Tabla 11: Valores de la cola de la distribución VaR vs ES	147
Tabla 12: Diferencias SVaR vs ES	150
Tabla 13: Diferencia consumo capital por utilizar VaR/SVaR o ES	151
Tabla 14: Métricas serie histórica EUR/USD	171
Tabla 15: Métricas serie histórica ITRAXX plazo 5Y	173
Tabla 16: Métricas serie histórica EUROSTOXX.....	174
Tabla 17: Métricas serie histórica spread España.....	175

Tabla 18: Métricas serie histórica Curva EURSWAP 6M plazo 10Y	176
Tabla 19: Métricas serie histórica BRENT.....	178
Tabla 20: Número de excesos VaR por metodología percentil, percentil ponderado y máximo de ambos para cada Factor de Riesgo por periodo.	180
Tabla 21: Número de excesos VaR por metodología percentil, percentil ponderado y máximo de ambos para cada Factor de Riesgo por año.....	180
Tabla 22: Comparación diferentes métodos Backtesting para FX período precrisis.....	186
Tabla 23: Comparación diferentes métodos Backtesting para FX periodo crisis.....	187
Tabla 24: Comparación diferentes métodos Backtesting para FX periodo postcrisis	188
Tabla 25: Comparación diferentes métodos Backtesting para Crédito periodo precrisis...	190
Tabla 26: Comparación diferentes métodos Backtesting para Crédito periodo crisis	191
Tabla 27: Comparación diferentes métodos Backtesting para Crédito periodo potscrisis .	192
Tabla 28: Comparación diferentes métodos Backtesting para Eurostoxx periodo precrisis	194
Tabla 29: Comparación diferentes métodos Backtesting para Eurostoxx periodo crisis ...	195
Tabla 30: Comparación diferentes métodos Backtesting para Eurostox periodo posterisis	196
Tabla 31: Comparación diferentes métodos Backtesting para Spread España período precrisis.....	198
Tabla 32: Comparación diferentes métodos Backtesting para Spread España período crisis	199
Tabla 33: Comparación diferentes métodos Backtesting para Spread España período posterisis	200

Tabla 34: Comparación diferentes métodos Backtesting para Curva EURSWAP 6M plazo 10Y período precrisis.....	202
Tabla 35: Comparación diferentes métodos Backtesting para Curva EURSWAP 6M plazo 10Y período crisis.....	203
Tabla 36: Comparación diferentes métodos Backtesting para Curva EURSWAP 6M plazo 10Y período postcrisis	204
Tabla 37: Comparación diferentes métodos Backtesting para Commodites período precrisis	206
Tabla 38: Comparación diferentes métodos Backtesting para Commodites período crisis	207
Tabla 39: Comparación diferentes métodos Backtesting para Commodites período postcrisis	208
Tabla 40: Recargo en la Kr en función del número de excepciones y clasificación zona de backtesting	213
Tabla 41: FX número de días y clasificación por zona de backtesting para cada método de VaR y período.....	215
Tabla 42: Crédito número de días y clasificación por zona de Backtesting para cada método de VaR y período	215
Tabla 43: Tipo de interés número de días y clasificación por zona de backtesting para cada método de VaR y período	216
Tabla 44: Spread España número de días y clasificación por zona de backtesting para cada método de VaR y período.....	216
Tabla 45: Eurostoxx número de días y clasificación por zona de backtesting para cada método de VaR y período	217

Tabla 46: Commodities número de días y clasificación por zona de backtesting para cada método de VaR y período	217
Tabla 47: FX consumo máximo de capital para cada periodo por los diferentes métodos de VaR.....	220
Tabla 48: Crédito consumo máximo de capital para cada periodo por los diferentes métodos de VaR.	221
Tabla 49: Swap 10Y Euribor 6M, consumo máximo de capital para cada periodo por los diferentes métodos de VaR.....	222
Tabla 50: Spread España, consumo máximo de capital para cada periodo por los diferentes métodos de VaR.....	223
Tabla 51: Eurostoxx, consumo máximo de capital para cada periodo por los diferentes métodos de VaR.....	224
Tabla 52: Brent, consumo máximo de capital para cada periodo por los diferentes métodos de VaR.	225

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Correlación entre Índice Eurostoxx y el tipo de interés 10 años del Euro	98
Figura 2: Histograma de Frecuencia VaR	148
Figura 3: Histograma de Frecuencia SVaR.....	149
Figura 4: Descripción de Bloomberg de Eur/Usd.....	157
Figura 5: Descripción de Bloomberg de Itraxx 5Y.....	158
Figura 6: Descripción de Bloomberg de curva Eur 6m plazo 10y.....	159
Figura 7: Descripción de Bloomberg del futuro sobre Brent vencimiento 1M	160
Figura 8: Descripción de Bloomberg del Bono Benchmark español vencimiento 10Y	161
Figura 9: Descripción de Bloomberg del Bono Benchmark Aleman vencimiento 10Y	162
Figura 10: Descripción de Bloomberg del Índice Eurostoxx 50	163
Figura 11: Backtesting Fx periodo precrisis	186
Figura 12: Backtesting Fx periodo crisis	187
Figura 13: Backtesting Fx periodo postcrisis	188
Figura 14: Backtesting Credito periodo precrisis	190
Figura 15: Backtesting Credito periodo crisis	191
Figura 16: Backtesting Credito periodo potstcrisis.....	192
Figura 17: Backtesting Eurostox periodo precrisis.....	194
Figura 18: Backtesting Eurostox periodo crisis	195
Figura 19: Backtesting Eurostox periodo postcrisis	196
Figura 20: Backtesting Spread España período precrisis.....	198
Figura 21: Backtesting Spread España período crisis.....	199
Figura 22: Backtesting Spread España período postcrisis	200

Figura 23: Backtesting Curva EURSWAP 6M plazo 10Y período precrisis	202
Figura 24: Backtesting Curva EURSWAP 6M plazo 10Y período crisis	203
Figura 25: Backtesting Curva EURSWAP 6M plazo 10Y período postcrisis.....	204
Figura 26: Backtesting Commodities período precrisis.....	206
Figura 27: Backtesting Commodities período crisis.....	207
Figura 28: Backtesting Commodities período postcrisis	208

RESUMEN / SUMMARY

INDICADORES OPTIMOS DE CONSUMO DE CAPITAL EN SITUACIONES DE CRISIS: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL VALUE AT RISK POR PERCENTIL Y PERCENTIL PONDERADO

La inestabilidad de los mercados que se inició a mediados del año 2007, y que desencadenó los problemas que llevaron a una crisis económica mundial a partir del segundo semestre de 2008, hizo que se plantearan dudas sobre la utilidad de la medida de riesgos usada para evaluar el riesgo de las posiciones de la cartera de negociación, conocido como Value at Risk (VaR). Por ese motivo, el Comité de Basilea de Supervisión Bancaria (CBSB), máximo órgano mundial encargado de establecer las directrices de la reglamentación mundial bancaria, presentó en julio del año 2009 un conjunto de revisiones del marco de riesgo de mercado (“Basilea 2.5”) por el que se incrementaban los requerimientos regulatorios de consumo de capital. Además, se establecía un nuevo recargo al VaR llamado Stressed VaR (SVaR), definido como el VaR a 10 días al nivel de confianza del 99% y sobre una ventana temporal anual que recogiera un periodo significativo de estrés de los mercados relevante para las posiciones mantenidas en cartera.

En mayo del año 2012 el Comité de Basilea de Supervisión Bancaria publicó el primer documento consultivo que revisó la regulación sobre riesgo de mercado con la finalidad de predecir posibles eventos extremos. El Comité argumentó que el Expected Shortfall (ES) sí

que tenía en cuenta el riesgo de la cola de la distribución de una manera sencilla, que no se recogía en el VaR.

Teniendo en cuenta los antecedentes del marco teórico y las diferentes normas desarrolladas hasta el momento, este trabajo de investigación tiene un doble objetivo: por un lado, analizar el comportamiento del VaR por dos métodos, percentil y percentil ponderado, en un período histórico extenso desde junio del año 2004 hasta diciembre del año 2014. Por otro lado, profundizar en la comparación con otras métricas como el ES y el SVaR.

Por lo tanto, el fin último de esta tesis es demostrar que si se hubiera utilizado un método que fuera el VaR máximo del VaR por percentil y percentil ponderado durante el periodo de crisis se hubieran producido menos excesos, y los parámetros de backtesting hubieran sido mejores que la utilización de los métodos individuales, con unos consumos de capital por riesgo de mercado adecuados a los riesgos asumidos.

A continuación se expone un breve resumen de cada uno de los capítulos de esta tesis doctoral.

En el primer capítulo se analiza el concepto, la utilidad y limitaciones del VaR. Su uso con motivos regulatorios fue aprobado por el Comité de Basilea en el año 1996, con la publicación de la enmienda al acuerdo de capital.

En el segundo capítulo se estudia la evolución de los acuerdos de Basilea I y II donde, sujeto al cumplimiento de ciertas condiciones y requiriendo la aprobación explícita de la entidad supervisora, se permite a los bancos utilizar modelos internos de gestión de riesgos. Se analiza el nuevo recargo, el SVaR .

En el tercer capítulo se aborda el acuerdo de Basilea III, así como la nueva medida que el CBSB propuso para reemplazar el VaR, el ES.

En los capítulos cuarto y quinto de esta tesis se lleva a cabo un análisis empírico para demostrar qué indicadores son óptimos para el control de riesgos. A través de subyacentes representativos de los principales factores de riesgos, se calcula el VaR y el ES por dos métodos, percentil y percentil ponderado, así como también el SVaR. En el capítulo cuarto se describe la investigación propuesta, los objetivos y las hipótesis a contrastar en el comportamiento del riesgo en cada uno de los periodos analizados:

- a) Pre-crisis desde junio 2006 hasta junio 2007.
- b) Crisis desde julio 2007 hasta diciembre 2013.
- c) Post-crisis desde enero 2014 hasta diciembre 2014

En el capítulo quinto se analiza el resultado por cada factor de riesgo, apoyado en un análisis de backtesting (prueba de contraste de VaR) para terminar con un análisis del consumo de capital regulatorio. El estudio realizado para varios activos (tipo de cambio, tipo de interés, crédito corporativo, riesgo soberano, materias primas y renta variable), permiten llegar a las siguientes conclusiones:

- En primer lugar, se ha realizado un análisis de excesos contrastando los resultados (PL) para los distintos factores de riesgo, considerando excedido todo aquel PL que supere la cifra de VaR del día anterior. En todos los factores de riesgo analizados, en el caso de que el VaR se obtenga como el máximo entre ambas metodologías (percentil y percentil ponderado), el número de excesos se reduce significativamente.
- Adicionalmente, en el caso de VaR máximo de ambos métodos (percentil y

percentil ponderado), solamente estaríamos en la zona roja o de peligro marcada por Basilea (número de excepciones por encima de 10, donde la K regulatoria es máxima $K=4$ para el subyacente crédito, en el período 2007-2008 y materias primas en el periodo 2008-2009. Sin embargo, para el VaR calculado por uno solo de los métodos, son numerosos los casos en los que el modelo se encuentra en zona roja para los distintos subyacentes.

Además, para todos los subyacentes siempre el método de VaR máximo de ambos métodos registra el menor número de días en zona roja.

- En este estudio se demuestra que, el consumo de capital utilizando el máximo de ambos métodos tienen valores, en muchos casos, más favorables que los obtenidos utilizando métodos individuales. Esto es debido a que al presentar un número menor de excesos, el recargo regulatorio debido al número de excesos del backtesting (K_r) es menor en el caso de utilizar el VaR máximo.

Como conclusión final, los resultados que se obtienen en esta tesis sustentan la idea de que en cada momento debe ser usado el VaR máximo calculado por ambos métodos. Los excesos de backtesting se reducen significativamente al utilizar el método de VaR máximo (percentil vs percentil ponderado) en muchos casos el consumo de capital es muy cercano al inferior de los métodos individuales, generando un consumo de capital óptimo y además permitirá que el modelo no esté sujeto a revisión por el Supervisor, al encontrarse fuera de la zona roja de excepciones establecida por Basilea.

OPTIMAL CONSUMPTION INDICATORS OF CAPITAL IN CRISIS: BEHAVIOR ANALYSIS BY VALUE AT RISK PERCENTILE AND WEIGHTED PERCENTILE

The market volatility that began in mid-2007, which triggered the problems that led to a global economic crisis starting in the second half of 2008, raised doubts about the usefulness of the risk measure used to evaluate the risk of the positions of the trading portfolio, known as Value at Risk (VaR). For this reason, the Basel Committee on Banking Supervision (BCBS), the highest-ranked international body in charge of establishing guidelines for the global banking regulation, introduced in July 2009 a set of revisions to the framework of market risk ("Basel 2.5"), incrementing the trading book capital requirements.

In addition, a new surcharge to the VaR called Stressed VaR (SVAR) was established. SVAR is defined as the 10-day, 99% confidence level VaR calculated over an annual time window containing a period of significant financial stress for the main markets in which trading book positions are held.

In May 2012, the Basel Committee on Banking Supervision published the first consultation paper that reviewed the regulation on market risk in order to predict possible extreme events. The Committee argued that the Expected Shortfall (ES) does consider the risk of the tail of the distribution in a simple way, whereas the VaR does not.

Taking into account the background of the theoretical framework and the different regulations developed so far, this research is twofold: first, it aims to analyze the behavior of VaR by two methods, percentile and weighted percentile, in a lengthy historical period from June 2004 to December 2014. In addition, it furthers into the comparison with other metrics such as ES and SVaR.

Therefore, the ultimate goal of this thesis is to demonstrate that if a VaR Method which considered the maximum between percentile and weighted percentile had been used during the crisis period, less excess would have occurred and backtesting parameters would have been better than using the individual methods, with adequate capital levels for the assumed market risks.

A brief summary of each of the chapters of this dissertation is exposed below. The first chapter discusses the concept, the usefulness and limitations of VaR. Its use for regulatory purposes was approved by the Basel Committee in 1996, with the publication of the amendment to the capital agreement.

The second chapter contains a study of the evolution of the Basel I and II agreements, in which, subject to compliance with certain conditions and requiring the explicit approval by the supervisory authority, banks are allowed to use internal risk management models. The new surcharge, the SVaR, is also analyzed.

In the third chapter, the Basel III agreement and the new measure proposed by the BCBS to replace the VaR, that is, the ES, is commented.

In the fourth and fifth chapters of this thesis, an empirical analysis is carried out to show which indicators are optimal for risk control. Through the use of representative underlying for the main risk factors, both VaR and the ES are calculated by two different methods, percentile and weighted percentile, as well as the SVAR. In the fourth chapter the proposed research, the objectives and the hypotheses for risk behavior in each of the studied periods are analyzed:

- a) Pre-crisis, from June 2006 to June 2007.
- b) Crisis from July 2007 to December 2013.
- c) Post-crisis, from January 2014 to December 2014

In the fifth chapter, the results for each risk factor are analyzed, supported by an analysis of backtesting (VaR contrast test) to finish up with an analysis of the regulatory capital. The study conducted for various assets (exchange rate, interest rate, corporate credit, sovereign risk, commodities and equities), lead to the following conclusions:

- First, an analysis of excesses is carried out, contrasting results (PL) for the different risk factors. Any PL greater than the VaR from the previous day constitutes an excess. For all the analyzed risk factors, when the VaR is obtained as the maximum between the two methodologies (percentile and weighted percentile), the number of excesses is significantly reduced.
- Additionally, in the case of maximum VaR between both methods (percentile and weighted percentile), we would only be in the red zone or danger zone, as marked by Basel (number of exceptions above 10, where the regulatory K is maximum $K =$

4 for the underlying credit in 2007-2008 and commodities in the 2008-2009 period). However, for the VaR calculated by either one of the methods individually, there are many cases in which the model is in the red zone for different underlying. Moreover, for all underlying, the maximum VaR method always has the lowest number of days in the red zone.

- This study shows that using the maximum VaR value between both methods produces, in many cases, a more favorable capital consumption than those obtained using individual methods. This is because the maximum method generates a lower number of excesses, resulting in a lower regulatory charge due to backtesting excesses (Kr).

The final conclusion is that the results obtained in this thesis support the idea that the maximum VaR at each time (between percentile and weighted percentile methods) should be used. Backtesting excesses are significantly reduced when using the method of maximum VaR. Often, capital consumption by the maximum method is very close to the lowest one of the individual methods, generating an optimal consumption of capital and also allowing the model to not be subject of review by the Supervisor, as it would be outside of the red zone of exceptions established by Basel.

INTRODUCCION Y MOTIVACIÓN DEL TEMA DE ESTUDIO

A finales de los años setenta, principios de los ochenta, se desarrolló el control de los riesgos financieros debido, principalmente, a que los bancos más importantes del mundo comenzaron a trabajar con modelos internos para medir y agregar dichos riesgos. Hasta ese momento no había una metodología de análisis de riesgos disponible. Este desarrollo llevó su tiempo y fue en octubre del año 1994 cuando J.P. Morgan, uno de los principales bancos de inversión de esa época, publicó un documento de especial relevancia titulado “RiskMetrics Model” (Dowd, Humphrey and Woods, 2008). En este documento se hizo público el desarrollo de una nueva medida, que era usada para evaluar el riesgo de las posiciones de la cartera de negociación o trading. Esta medida fue el valor en riesgo o, como se conoce entre los especialistas, con sus siglas en inglés Value at Risk (VaR). Según la definición de Jorion (1997) “el VaR mide la pérdida máxima esperada, o peor pérdida, en un intervalo de tiempo determinado, bajo condiciones normales de mercado, y para un nivel de confianza dado”.

El Comité de Basilea de Supervisión Bancaria (CBSB), máximo órgano mundial encargado de establecer las directrices de la reglamentación mundial bancaria, anunció en abril del año 1995 que los requerimientos de adecuación de capital para los bancos estarían basados en el VaR. El uso del VaR con motivos regulatorios fue aprobado por el Comité de Basilea en el año 1996, con la publicación del documento titulado “Amendment to the Capital Accord”.

Este acuerdo permitió a los bancos la opción de calcular los requerimientos de capital regulatorio usando las cifras de VaR, calculadas por sus propios modelos internos.

La inestabilidad de los mercados que se inició a mediados del año 2007, y que desencadenó los problemas que llevaron a una crisis económica mundial a partir del segundo semestre de 2008, hizo que se plantearan dudas sobre la utilidad del VaR, principalmente debido a las debilidades demostradas durante la mencionada crisis. Según la Commission of the European Communities (2009a), durante la crisis, el número de excesos en las pruebas de contraste, o con su nombre en inglés, backtesting, del VaR aumentó casi exponencialmente. Estadísticamente el número de excepciones no debería haber sido superior a tres por año, calculado el VaR para un nivel de confianza del 99%. Sin embargo, un análisis realizado por la consultora Standard and Poor's (2008), demostró que el número de excepciones de backtesting registrado por varios de los grandes bancos europeos y de los Estados Unidos en el año 2007 llegaron a múltiplos de este número.

Por todo ello, y a raíz de la crisis económica mundial, el Comité de Basilea presentó en julio del año 2009 un conjunto de revisiones del marco de riesgo de mercado (“Basilea 2.5”) por el que se incrementaban los requerimientos en cuanto al consumo de capital. En lo que se refiere al VaR, se establecía un nuevo recargo al VaR llamado VaR estresado o conocido en inglés como Stressed VaR (SVaR). Según el documento “Revisions to the Basel II market risk framework” (Anexo I) los bancos deberían calcular una medida de SVaR, definida como el VaR a 10 días al nivel de confianza del 99% y sobre una ventana temporal anual que recogiera un periodo significativo de estrés de los mercados relevante para las posiciones mantenidas en cartera. Se trató de que el SVaR reflejara un periodo de

inestabilidad financiera relevante para las entidades financieras, incluyendo el recargo por SVaR en el cálculo de capital regulatorio por riesgo de mercado.

En mayo del año 2012 el Comité de Basilea de Supervisión Bancaria publicó el primer documento consultivo que revisó la regulación sobre riesgo de mercado con la finalidad de tener en cuenta posibles eventos extremos, titulado “Fundamental Review of the Trading Book”. El Comité argumentó que el Expected Shortfall (ES) o el Conditional VaR sí que tenía en cuenta el riesgo de la cola de la distribución de una manera sencilla, que no se recoge en el VaR.

Teniendo en cuenta los antecedentes del marco teórico y las diferentes normas desarrolladas hasta el momento, este trabajo de investigación tiene un doble objetivo: por un lado, analizar el comportamiento del VaR por dos métodos, percentil y percentil ponderado, en un período histórico extenso desde junio del año 2004 hasta diciembre del año 2014. Por otro lado, se trataría de profundizar en la comparación con otras métricas como el ES y el SVaR. El fin último de esta tesis es demostrar que si se hubiera utilizado un método que fuera el VaR máximo del VaR por percentil y percentil ponderado durante el periodo de crisis se hubieran producido menos excesos, y los parámetros de backtesting hubieran sido mejores que la utilización de los métodos individuales, con unos consumos de capital por riesgo de mercado adecuados a los riesgos asumidos. Con otras palabras, se trata de demostrar que si se hubiesen utilizado otras medidas de riesgos de mercado más exigentes, los bancos hubieran tenido un capital por riesgo de mercado más adecuado a los riesgos que asumían, lo que hubiese provocado, quizás, un menor impacto negativo en los mercados financieros. Según la Commission of the European Communities (2009b, p. 3)

“los requisitos de capital determinados mediante la utilización de modelos de VAR no resultaban lo bastante sólidos para absorber las pérdidas potenciales de la cartera de negociación y contribuyeron a una gestión del riesgo subóptima”.

Para conseguir los objetivos propuestos, esta investigación se estructura en una primera parte teórica, formada por tres capítulos, y una segunda parte empírica, seguido de las discusiones y principales conclusiones que puedan extraerse de ambas. A continuación se expone un breve resumen de cada uno de los capítulos de esta tesis doctoral.

En el primer capítulo se analiza el concepto, la utilidad y las limitaciones del VaR. El uso del VaR con motivos regulatorios fue aprobado por el Comité de Basilea en el año 1996, con la publicación de la enmienda al acuerdo de capital. Este acuerdo dio la opción a los bancos para tener los requerimientos de capital regulatorio, usando las cifras de VaR calculadas por sus propios modelos internos. También se realiza una descripción comparativa de las diferentes metodologías de VaR; paramétrico, simulación histórica, Monte Carlo, así como de las limitaciones, simplificaciones, problemas y beneficios de esta métrica.

En el segundo capítulo se estudia la evolución de los acuerdos de Basilea I y II donde, sujeto al cumplimiento de ciertas condiciones y requiriendo la aprobación explícita de la entidad supervisora, se permite a los bancos utilizar modelos internos de gestión de riesgos. Estas metodologías se han denominado metodologías tipo VaR, es decir, la definición del capital regulatorio como un determinado percentil de la distribución de pérdidas. La crisis iniciada en el año 2007 pone en duda la solidez del VaR en condiciones de estrés

financiero. Es por ello que adicional al VaR diario que cada entidad calcula, estas también deben calcular semanalmente un SVaR con una exposición mínima de diez días, al 99% de confianza de la distribución, con consumos calculados a partir de una base de datos de doce meses de grandes volatilidades y estrés financiero, que resulte relevante para la cartera del banco.

En el tercer capítulo se aborda el acuerdo de Basilea III, que nació como respuesta al mandato del Grupo de los 20 países industrializados y emergentes del mundo (conocido como G20). Su intención era mejorar la calidad, consistencia y transparencia de los requisitos de capital, introducir incentivos claros para evitar la toma excesiva de riesgos y establecer estándares de liquidez y financiación. También se analizan las modificaciones introducidas en la regulación de capital, concretamente en el Pilar I de riesgos de mercado. A raíz de las críticas surgidas al VaR durante la crisis, el CBSB propuso reemplazar el VaR (medida usada desde el año 1996 para el cálculo de los requerimientos de capital) por el ES. Ello se debe principalmente a que el VaR no captura con precisión el riesgo de cola.

En la segunda parte de esta tesis doctoral se lleva a cabo un análisis empírico para demostrar qué indicadores son óptimos para el control de riesgos. A través de subyacentes representativos de los principales factores de riesgos, se calcula el VaR y el ES por dos métodos, percentil y percentil ponderado, así como también el SVaR. En el capítulo cuatro se describe la investigación propuesta, los objetivos y las hipótesis a contrastar en el comportamiento del riesgo en cada uno de los periodos analizados, habiendo subdividido el periodo histórico original para analizar el comportamiento de estas métricas en los siguientes subperiodos:

- d) Pre-crisis desde junio 2006 hasta junio 2007.
- e) Crisis desde julio 2007 hasta diciembre 2013.
- f) Post-crisis desde enero 2014 hasta diciembre 2014.

En el capítulo quinto se analiza el resultado por cada factor de riesgo, apoyado en un análisis de backtesting (prueba de contraste de VaR), para terminar con un análisis del consumo de capital regulatorio.

Una vez analizada la literatura previa y los resultados obtenidos, las principales novedades de este estudio respecto a otros que se han realizado anteriormente son las siguientes:

- Se realiza para un periodo de tiempo extenso, desde junio del año 2004 hasta diciembre del año 2014, donde además se encuentran algunas de las crisis financieras más importantes que se recuerdan, el denominado “credit crunch” y la crisis del riesgo soberano de países como España.
- El estudio no se centra sólo en un activo. En este caso, se analiza el comportamiento de varios activos de diferentes mercados: tipo de cambio, tipo de interés, crédito corporativo, riesgo soberano, materias primas y renta variable. De este modo, el análisis es más completo a los realizados anteriormente (Kiohos and Dimopoulos, 2004; Mak and Meng, 2014).
- Aunque se centra en el comportamiento del VaR, se analizan también otras métricas, como el ES o el SVaR. Se han realizado cálculos diarios para cada una de las métricas anteriores durante todo el periodo analizado, así como un análisis completo de pruebas de contraste o backtesting. Estas pruebas son las utilizadas para evaluar el desempeño de las metodologías empleadas en el cálculo de VaR.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, las principales contribuciones de este trabajo de investigación son las siguientes:

- En primer lugar, se ha realizado un análisis de excesos contrastando los resultados (denominado en la terminología profesional Profit&Loss, PL) para los distintos factores de riesgo, considerando excedido todo aquel PL que supere la cifra de VaR del día anterior. En todos los factores de riesgo analizados, en el caso de que el VaR se obtenga como el máximo entre ambas metodologías (percentil y percentil ponderado), el número de excesos se reduce significativamente.
- Adicionalmente, se destaca que en el caso de VaR máximo de ambos métodos (percentil y percentil ponderado), solamente estaríamos en la zona roja o de peligro marcada por Basilea (número de excepciones por encima de 10, donde la K regulatoria es máxima $K=4$), en el caso de subyacente crédito en el período 2007-2008 y materias primas en el período 2008-2009. En el caso del VaR calculado por uno solo de los métodos, son numerosos los casos en los que el modelo se encuentra en zona roja para los distintos subyacentes. Para todos los subyacentes siempre el método de VaR máximo de ambos métodos (percentil y percentil ponderado) registra el menor número de días en zona roja.
- En todos los casos analizados, el consumo de capital, utilizando el máximo de ambos métodos, tiene valores en muchos casos, más favorables respecto al consumo de capital de los métodos individuales. Esto es debido a que al presentar un número menor de excesos, el recargo regulatorio debido al número de excesos del backtesting (K_r) es menor en el caso de utilizar el VaR máximo.

- Los resultados que se obtienen en esta tesis sustentan la idea de que en cada momento debe ser usado el VaR máximo calculado por ambos métodos. Tiene la ventaja de que el VaR por percentil ponderado va a reaccionar rápidamente antes los movimientos de mercado. Utilizar el VaR máximo por ambos métodos tiene, además, otra ventaja adicional, en períodos donde la volatilidad es estable. El VaR que predomina es el calculado por percentil reflejando, por tanto, la volatilidad de largo plazo de la serie histórica de 520 datos. Este método de cálculo responde lentamente a cambios importantes en la volatilidad. Al utilizar el método de VaR máximo (percentil vs. percentil ponderado), en muchos casos, el consumo de capital es muy cercano al inferior de los métodos individuales, siendo un consumo de capital óptimo. Además, en la mayoría de los casos este método permitirá que el modelo no esté sujeto a revisión por el supervisor, al encontrarse fuera de la zona roja de excepciones.

Como posible extensión futura de este trabajo sería poder analizar el comportamiento de las nuevas medidas propuestas por el Comité de Basilea en los últimos documentos publicados, para el periodo que se ha estudiado en este trabajo, realizando una comparativa con los métodos de VaR. De hecho, este comité regulatorio publicó en mayo del año 2012 el primer documento consultivo para la revisión fundamental del marco regulatorio de la cartera de negociación. En octubre del año 2013 hizo público el segundo documento consultivo, en el que daba un mayor detalle de las medidas adoptadas en el primer documento. En diciembre del año 2014 se publicó el tercer documento consultivo sobre “Fundamental review of the trading book: outstanding issues”, donde se tienen en cuenta los comentarios de las entidades y el estudio del impacto cuantitativo de las posibles medidas a

adoptar. En enero del año 2015 se lanzó un segundo estudio cuantitativo con los últimos cambios introducidos, a los que se sumará previsiblemente otro estudio durante este año y con el que se calibrarán las nuevas medidas que entrarán en vigor. Al finalizar el año 2015 se prevé que el BCBS publique el documento definitivo, que podría servir de línea futura de investigación.

CAPITULO 1. CONCEPTO, UTILIDAD Y LIMITACIONES DEL VaR

1.1. INTRODUCCIÓN

El riesgo de mercado puede ser definido como el riesgo de pérdida en el valor de una cartera de valores o portfolio, resultante de movimientos no predichos en los precios de mercado de renta variable, crédito, materias primas, tipo de cambio, tipo de interés (Dowd et al., 2009). Este riesgo se mide a través del VaR. El origen del desarrollo del VaR tiene lugar a finales de los setenta y principios de los ochenta, cuando los bancos más importantes del mundo comenzaron a trabajar en modelos internos para medir y agregar los riesgos, teniendo en cuenta cómo interactuaban unos con otros. En ese momento no había una metodología disponible para la gestión de riesgos. Con otras palabras, el VaR surge por la necesidad de mejorar el control de los riesgos financieros. Esta necesidad condujo a obtener una medida de riesgos uniforme que es la primera línea de defensa en riesgos financieros (Jorion, 1996). Según definición de Jorion (2006, p.17), “VaR summarizes the worst loss over a target horizon that will not be exceeded with a given level of confidence”.

El Comité de Basilea de supervisión bancaria anunció en abril del año 1995 que los requerimientos de adecuación de capital para los bancos estarían basados en el VaR. El VaR puede ser usado para una variedad de propósitos, tales como, establecer límites de posición por operador (trader), ser una medida de retorno de rentabilidad ajustada al riesgo, evaluar modelos. Los inversores institucionales también utilizan el VaR como un método dinámico para controlar su exposición a los factores de riesgo. Como se ha comentado anteriormente, JP Morgan, banco de inversión y una de las principales firmas de

consultoría de mercados a nivel mundial, desarrolló el mejor sistema basado en la teoría de carteras, en el cual se realiza una previsión de las desviaciones estándar y correlaciones entre los rendimientos de los diferentes instrumentos (Dowd et al., 2008). Este sistema fue usado para medir el riesgo de la cartera de negociación o trading de la posición completa de la institución.

La teoría del VaR era sencilla, pero conseguir esta medida implicaba un sistema operacional importante con gran cantidad de trabajo: se debían elegir las convenciones de las medidas, los procedimientos elegidos para estimar correlaciones y volatilidades, construir series de datos (Dowd et al., 2008). Por este motivo, desarrollar esta metodología llevó su tiempo, aunque bien es cierto que los principales elementos, como los datos del sistema, la metodología de medida del riesgo y el mecanismo básico, estaban ya descritos alrededor de los años noventa. Fue en esta época cuando, en respuesta de una serie de hechos acaecidos donde un gran número de compañías sufrieron pérdidas debido a un inapropiado uso de los derivados y a la insuficiencia de los sistemas de control interno, se vio la necesidad de mejorar los sistemas de riesgos en las entidades financieras (como los casos surgidos en los 90s con la quiebra de Orange County, 1990; y la empresa Metallgesellschaft en el año 1994). Este nuevo sistema de riesgos basado en las pérdidas que las compañías podían tener con una probabilidad razonable, VaR, fue usado para ayudar a los directores de riesgos en sus decisiones. Y resultó en producir una más eficiente distribución de los riesgos entre los diferentes negocios de trading (Dowd et al., 2008).

A su vez otras instituciones financieras estaban desarrollando sus propios modelos internos. Distintos programas informáticos de VaR fueron desarrollados por compañías especialistas.

El resultado de los diferentes sistemas difiere bastante entre sí, ya que algunos se basaban en la teoría de carteras, otros construían utilizando simulaciones históricas que estimaban el VaR con histogramas de beneficios pasados y pérdidas y también había sistemas que usaban metodología de cálculo basado en Monte Carlo (simulación de posibles movimientos futuros de factores de riesgo).

Mientras, muchas compañías mantenían sus modelos en secretos, hasta que J.P. Morgan, en octubre del año 1994, publicó el “RiskMetrics Model”, que era una versión simplificada de su propia medida de riesgo desarrollada en casa. Este documento es clave ya que era la primera vez que se hizo público el desarrollo de una nueva medida de riesgo, que era usada para medir el riesgo de las posiciones de cartera de negociación o “trading”. Haciendo público el “RiskMetrics” (RM), dieron un mayor refuerzo a las diferencias existentes entre los diferentes sistemas, dando a proveedores y clientes series de datos que eran incapaces de construir. También animaron a muchos pequeños proveedores de software a adoptar el RM o hacer su propio sistema compatible con él. De ahí que el VaR fuera difundido rápidamente entre bancos de inversión, gestores de activos y fondos de pensiones.

Con el paso del tiempo se continuaron desarrollando softwares más rápidos y precisos. Además, el VaR se extendió a otros instrumentos y tipos de riesgos como opciones. Se desarrolló el riesgo de crédito, riesgo de liquidez, riesgo operacional. El rápido crecimiento de la demanda de VaR propició también el desarrollo de empresas de software como Algorithmics. También las principales empresas de consultoría desarrollaron divisiones con expertos en riesgos de mercado y VaR (PriceWaterhouse, KMPG...).

1.2. MODELOS INTERNOS DE RIESGOS

Los modelos internos de riesgos de mercado utilizaron el cálculo del VaR como medida base para calcular el capital regulatorio por riesgo de mercado. El capital es importante en las entidades financieras por varias razones según Alonso (2004):

- Como base para el crecimiento futuro de la entidad y como “colchón” para cubrir las posibles pérdidas inesperadas.
- Cuando la gestión del riesgo no es suficiente y las provisiones contables se han consumido, el capital es la última esperanza de la entidad.
- El capital permite a la entidad absorber pérdidas y seguir operando.
- Es la última línea de defensa ya que cuando el capital se extingue, el banco desaparece.
- Es una medida de referencia para medir la situación financiera de las entidades.

Existen puntos de vista contrapuestos sobre la adecuación del capital a las estructuras de las entidades financieras. Por un lado, los reguladores y políticos quieren asegurar que las compañías tengan suficiente capital para hacer frente a sus obligaciones, evitando así el posible riesgo de quiebra. Por otra parte, los accionistas quieren un retorno adecuado por los riesgos asumidos en sus inversiones, evitándose así el riesgo del uso ineficiente de recursos.

Como se ha comentado anteriormente, el uso del VaR con motivos regulatorios fue aprobado por el Comité de Basilea en el año 1996, con la publicación de una enmienda al

acuerdo de capital. Este acuerdo dio la opción a los bancos para poder calcular los requerimientos de capital regulatorio usando las cifras de VaR medidas por sus propios modelos internos. La enmienda confirmó que la principal medida de riesgo de mercado era el VaR, y el Comité de Basilea y el IOSCO más tarde ratificaron su creencia en esta medida.

En el año 1998, con el acuerdo de Basilea, se intentó producir unos estándares uniformes de capital para los bancos internacionales. Anteriormente, cada país tenía diferentes estándares de capital para sus bancos. Algunos países tenían unos estándares más bajos, lo que les daba a sus bancos ventajas competitivas frente a otros, sujetos a requerimientos más estrictos. El acuerdo que reguló en una primera etapa el capital mínimo era el conocido como Acuerdo de Basilea publicado en 1988 (BIS I). Era un acuerdo demasiado simple ya que asignaba ponderaciones de riesgo para todos los activos. Estos pesos debían reflejar el riesgo relativo de aquellos activos, por ejemplo los préstamos tenían un 100% de peso, las hipotecas un 50%. Las ponderaciones se asignaban también para los productos fuera de balance, como cartas de crédito. Se requirió a los bancos que mantuvieran el 8% de ponderación de riesgos como capital, teniendo en cuenta que:

- El efectivo y la deuda pública emitida por gobiernos de países pertenecientes a la OCDE ponderaba un 0%.
- Las exposiciones con bancos cuya sede social estaba en un país perteneciente a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) ponderaban un 20%.
- Los créditos con garantía hipotecaria ponderaban el 50%.
- El resto de exposiciones ponderaban el 100%.

Esto significa, por ejemplo, que deberían mantener un capital de $8\% \cdot 50\% = 4\%$ para las hipotecas y un $8\% \cdot 100\% = 8\%$ capital para los préstamos comerciales.

Se ha demostrado, sin embargo, que el riesgo basado en los requerimientos de capital no lo reflejaban adecuadamente (Nuxoll, 1999), ya que:

- 1- En primer lugar, las ponderaciones de riesgos no estaban ajustadas: es decir, que la mayoría de esas ponderaciones de riesgo no eran del todo incorrectas, aunque inevitablemente encuentra que algunas categorías de préstamos que tienen ponderaciones inadecuadas.
- 2- Los préstamos dentro de una categoría no tienen el mismo riesgo: por ejemplo, un préstamo a 90 días con una compañía con un registro de crédito sólido no tiene el mismo riesgo que un préstamo a 5 años con una empresa inmobiliaria.
- 3- Dichos requerimientos ignoraban las actividades de reducción de riesgo, como la diversificación y las coberturas. Por ejemplo, una cartera de préstamos concedida a prestatarios en el mismo sector dentro de la misma zona geográfica, tiene la misma exigencia de capital que una cartera diversificada con préstamos en todos los sectores y regiones de un país.

El nuevo acuerdo de capital o BIS II, iniciado en el año 1998, tenía como finalidad sustituir a BIS I. De este modo, a los dos objetivos que inspiraron Basilea I (suficiencia de capital e igualdad del terreno de juego competitivo) se añaden los siguientes requisitos (Iglesias Sarria y Vargas, 2002):

- Alcanzar una mayor sensibilidad al riesgo. Para ello se incorporan algunas metodologías que utilizan las entidades para llevar a cabo su propia gestión del riesgo.
- Alejarse del esquema único, ofreciendo un “menú” de enfoques progresivamente complejos que puedan adaptarse a los distintos grados de sofisticación de las entidades.
- Fomentar la aplicación de “mejores prácticas” en la industria, desarrollando un sistema de incentivos de forma que los sistemas más simples conlleven mayores requerimientos de capital que los más avanzados.
- Implantar el objetivo o restricción para el calibrado de nuevo acuerdo de capital, conocido como “el principio de neutralidad del capital”. Para el agregado del sistema, los requerimientos de capital que resulten de la aplicación del nuevo acuerdo (tomando el sistema estándar revisado para la medición del riesgo de crédito, e incorporando junto con los nuevos requerimientos de riesgo de mercado, los nuevos requerimientos de riesgo operativo), no debían ser superiores ni inferiores a los requerimientos de capital requeridos en el acuerdo en vigor, (es decir se trataba de mantener el mismo consumo de capital).

1.3. METODOLOGIAS VAR

Existen múltiples metodologías para medir el VaR, entre las que destacan el paramétrico, la simulación histórica y Monte Carlo. A continuación se exponen cada uno de ellos así como sus ventajas e inconvenientes siguiendo a Lévy-Rueff (2005):

- VaR Paramétrico: El principal supuesto realizado en este cálculo es que las variaciones en los precios de mercado siguen una distribución normal. Los instrumentos muestran un riesgo lineal. Bajo este supuesto, la matriz de varianzas/covarianzas puede ser fácilmente aplicada a las posiciones en riesgo para calcular el VaR. Como principal ventaja destaca que es que fácil y rápido de calcular, basado en la matriz de varianza/covarianza pero como desventaja hay que tener en cuenta que no encaja para posiciones no lineales (opciones).
- Simulación Histórica: Se basa en la hipótesis de que los acontecimientos futuros de mercado son iguales a los pasados. El primer paso consiste en obtener las variaciones diarias en los precios de mercado o factores de riesgos en un periodo dado. El siguiente paso consiste en aplicar estos cambios diarios a las posiciones de riesgos mantenidas. El resultado es una distribución de posibles pérdidas. Como principales ventajas destacan que no hace supuestos en la forma de la distribución, lo que permite capturar eventos y que encajan todo tipo de instrumentos, incluidos las opciones. Sin embargo, como desventajas hay que señalar que no hay garantía de la relevancia del periodo histórico elegido, lo que es particularmente importante ya que no hay otros modelos complementarios. También hay un riesgo en

instrumentos complejos que son incorrectamente valorados; como por ejemplo, el precio de ciertas opciones que no están directamente disponibles en el mercado.

- Monte Carlo: La simulación de posibles movimientos futuros de factores de riesgo conduce a un gran número de escenarios. El resultado es una distribución de beneficios y pérdidas, que pueden derivar en un escenario de peores pérdidas (worst loss scenario) para un nivel de confianza establecido. Como ventajas destacan que encajan todo tipo de instrumentos, incluidos las opciones y se puede examinar un gran número de escenarios. Sin embargo, como desventajas, computacionalmente es muy intensivo y el modelo de riesgos es más grande que con las otras dos aproximaciones. Además, los instrumentos utilizados son más complejos, por lo que podrían ser incorrectamente valorados.

Los tres métodos mencionados difieren en la habilidad para capturar el riesgo de opciones, facilidad de implementación, facilidad de explicar a la alta dirección, flexibilidad en analizar los efectos de los cambios en las asunciones y fiabilidad de los resultados. En la Tabla 1 se expone una comparativa entre ellos.

Tabla 1: Comparación de las diferentes metodologías de VAR

Atributo	Simulación Histórica	Delta-Normal	Monte Carlo
¿Puede capturar los riesgos de los portfolios que incluyen opciones?	Sí	No	Sí
¿Es fácil de implementar?	Sí, para las carteras en los que los datos de mercado estén disponibles	Dificultad moderada dependiendo de la complejidad de los instrumentos y disponibilidad de los datos	Dependiendo del software, en algunos casos hay dificultades para implementar
¿Son rápidos los tiempos de cálculo?	Sí	Sí	No, excepto para portfolios pequeños
¿Es fácil de explicar a la alta dirección?	Sí	No	No
¿Produce conclusiones erróneas el VaR estimado cuando el pasado reciente es atípico?	Sí	Si, excepto si se pueden usar correlaciones alternativas/ desviaciones	Si, excepto que se puedan usar estimaciones alternativas de parámetros
¿Son fácil de llevar a cabo análisis para examinar efectos de supuestos alternativos?	No	Examinar supuestos alternativos sobre correlaciones/ desviaciones estándar es fácil; examinar asunciones alternativas acerca de distribuciones de los factores de mercado es imposible	Sí

Fuente: Traducción Linsmeier and Pearsonl (2000)

Según Mausser y Rossen (1998) los métodos basados en simulaciones como medida de VaR son generalmente más intensivos computacionalmente que los métodos paramétricos como el Delta-normal. Los avances en los métodos de simulación computacional y el hardware han propiciado que estos métodos puedan ser usados como medida de riesgos. Se cree que las herramientas de gestión de riesgos basadas en simulación son poco prácticas, ya que requieren un importante trabajo computacional. Se puede demostrar que actualmente hay métodos computacionalmente eficientes disponibles que requieren poca o ninguna simulación adicional para obtener el cálculo del riesgo analítico.

1.4. LIMITACIONES DEL VAR

1.4.1 SIMPLIFICACIONES UTILIZADAS PARA EL CÁLCULO DEL VaR

Debido a la gran cantidad de valores negociables y de operaciones en las carteras de modelos VaR, hay que utilizar un gran número de supuestos simplificadorios, los más importantes son los siguientes (Nuxoll 1999):

1. La primera simplificación de los modelos de VaR es que los cambios en los precios se distribuyen siguiendo una normal (esto se hace así porque la distribución normal es fácil de manejar matemáticamente). Sin embargo, en la vida real las distribuciones en los cambios de los precios y los datos financieros no siguen una distribución normal. La distribución normal minimiza la probabilidad de grandes cambios en los precios. Los modelos VaR que usan la asunción de normalidad disminuyen la probabilidad de grandes precios, minimizando así la probabilidad de grandes pérdidas. Este problema no le preocupa excesivamente a los reguladores porque los modelos VaR estiman la probabilidad de grandes pérdidas durante un día. Los reguladores están más preocupados acerca de grandes movimientos. Aunque la distribución normal podría llevar a conclusiones erróneas a los gestores de riesgo en un día o una semana, a largo plazo los datos financieros se distribuyen normalmente.
2. La segunda simplificación realizada por los modelos VaR es el uso de un pequeño número de correlaciones estimadas entre los cambios de los precios, ya que el número de correlaciones se incrementa exponencialmente con el número de activos.

Para evitar estimar multitud de correlaciones, algunos modelos arbitrariamente especifican que las correlaciones sean 1 ó 0. Usando la correlación de uno se sobreestima el riesgo porque falta el efecto de la diversificación. Con la correlación de cero se infravalora el riesgo por sobreestimar las posibilidades de la correlación. Otros modelos de VaR evitan estimar una multitud de correlaciones usando el resultado de modelos multifactoriales de precios. Estos modelos asumen que los cambios en los precios son debidos a un limitado número de factores. Estos métodos para evitar estimar multitud de correlaciones podrían producir grandes o pequeñas estimaciones de correlaciones, de manera que podrían producir un incremento o disminución del riesgo eliminado por la diversificación y la cobertura.

3. La tercera simplificación realizada por los modelos VaR es el uso de datos históricos para estimar las relaciones entre precios. Los datos históricos, a menudo, infravaloran algunos riesgos. Por ejemplo, los datos en los precios de las opciones tienen un comportamiento muy diferente cuando están muy “out of the money” (OTM) que cuando están “in the money” (ITM). Las opciones OTM son aquellas que únicamente serán ejercitadas cuando hay un gran cambio en el precio, mientras que las opciones ITM serán ejercitadas aunque no haya cambio en el precio.

Otro problema con las series de datos es que muchos modelos VaR son estimados con la base de los datos más recientes, RM puede usar grandes series de datos, pero los más recientes tienen más “peso” cuando el modelo lo está estimando. Los datos deben ser elegidos para incluir periodos cuando los precios son extremadamente inestables.

4. El cuarto supuesto es que la cartera es fija, no cambia durante el día. El VaR podría ser calculado cada minuto, pero este cálculo sería difícil por la gran cantidad de

operaciones realizadas durante el día. El VaR casi siempre se calcula en base diaria, ya que la medida del riesgo de la cartera se hace sólo al final del día. Esto ignora todos los riesgos que los “traders” asumen durante el día.

5. La quinta simplificación es que los números que forman parte del modelo VaR son conocidos con certeza. Los modelos VaR estiman el riesgo usando probabilidades estimadas en los cambios de los precios. Los modelos VaR no permiten incertidumbre en los números que ellos usan. Los modelos asumen que los precios futuros tendrán un comportamiento igual a las series pasadas, así que no será una alternativa razonable usar series históricas de riesgos para predecir el futuro.

Si se utilizaban estos supuestos simplificadorios, el acuerdo de Basilea examinaba la exactitud del VaR que se calcula a través de la herramienta de backtesting (o pruebas de contratestes). Por ejemplo, para un cálculo de VaR con un nivel de confianza del 99%, una cartera debería experimentar pérdidas que excedieran el 1% del VaR, en media 2,5 días al año. Sin embargo, es una media y el número puede ser más alto o más bajo. Las reglas de Basilea dicen que el modelo es aceptable si las pérdidas exceden el 1% del VaR menos de 4 veces en 250 días.

1.4.2. LIMITACIONES METODOLÓGICAS

Durante estos años se han realizado estudios sobre las limitaciones de las cifras de VaR publicadas por las instituciones financieras, (véase el de Lévy-Rueff, 2005) donde destacan las siguientes como más importantes:

- El VaR no captura los valores extremos (outliers) por debajo del intervalo de confianza. Carteras que mostrarían el mismo VaR pueden generar pérdidas extremas sobre las que dicho VaR no da ninguna información. Los “outliers” son los valores para los cuales los supuestos del VaR son las más frágiles. El cálculo del VaR por medio de la matriz de varianzas/covarianzas está basado en correlaciones entre activos, y la estabilidad de estas correlaciones no está siempre confirmada, especialmente por debajo del intervalo de confianza. Esta es una de las razones por las que es necesario desarrollar análisis de escenarios basados en movimientos abruptos del mercado o estrés test para cuantificar las posibles pérdidas en condiciones extremas de mercado.
- Tradicionalmente en los cálculos del VaR, no se tiene en cuenta el riesgo del cambio en las condiciones de liquidez en ciertos mercados, en vez del hecho de que un estrechamiento de liquidez durante un periodo de estrés de mercados incrementa el riesgo de incurrir en pérdidas.
- Gracias al amplio rango de métodos para calcular el VaR, es posible confeccionar un método a medida para el riesgo característico de los productos específicos. Sin embargo, esta variedad de métodos no facilita la interpretación de las cifras de VaR, ni la comparación entre varios VaR. El resultado puede diferir considerablemente dependiendo del método usado, existiendo muchos parámetros para un método dado que pueden alterar el resultado.

Adicionalmente, el VaR no abarca ciertos aspectos, tales como el retorno del riesgo tomado. Un incremento en VaR puede ir acompañado por un incremento en el riesgo/retorno de negocio, si el retorno ex post crece más deprisa que el VaR. Ninguna de

las técnicas usadas por los bancos para medir los riesgos tiene en cuenta el nivel absoluto de los factores de riesgo como la proximidad o distancias de los valores de equilibrio. No hay una medida precisa de VaR. Cada medida tiene sus propias limitaciones. El resultado final es que el VaR calculado para un activo, cartera o empresa puede ser erróneo y, a veces, el error puede ser lo suficientemente grande para hacer el VaR una medida engañosa de la exposición del riesgo. Las razones para esto pueden ser las siguientes (Damodaran, 2007):

- Retornos de la distribución: cada medida VaR hace supuestos sobre los retornos de la distribución, los cuales, si son violados, resultan una incorrecta estimación del VaR. Para el cálculo de un VaR Delta-Normal, se asume que la distribución de los retornos multivariantes es una distribución normal, ya que el VaR está basado enteramente en retornos de desviación estándar. Con el método Monte Carlo, hay más libertad para especificar diferentes tipos de distribución, pero puede ser incorrecto cuando se hagan juicios que lleven a conclusiones erróneas. Con simulación histórica, se asume que la distribución de los retornos históricos (basados en datos del pasado) es representativa de una distribución de retornos futuros. Hay evidencias de que los retornos no están normalmente distribuidos y que, no sólo los “outliers” son más comunes en la realidad, sino que además hay muchos más de los esperados en una distribución normal.
- La historia podría no ser una buena predictora: todas las medidas de cálculo de VaR usan datos históricos en algún grado o en otro. En el método de varianzas-covarianzas los datos históricos son usados para computar la matriz de varianzas-covarianzas en la que está basada el cálculo de VaR. En el cálculo de

simulación histórica, el VaR está enteramente basado en los datos históricos, con los valores de pérdidas calculados de la serie de retornos.

En la simulación de Monte Carlo la distribución no está basada en datos históricos, pero es difícil comprobar cómo han sido obtenidos. Cualquier medida de VaR es una función de un periodo de tiempo sobre los cuales los datos históricos son recogidos. Si ese periodo de tiempo es relativamente estable, el VaR calculado será un número bajo y no se corresponderá con el riesgo futuro. Por el contrario, si el periodo examinado es volátil, el VaR será demasiado grande.

- Correlaciones no estacionarias: las medidas de VaR están condicionadas con estimaciones de correlaciones cruzadas con fuentes de riesgo (en varianza-covarianza y simulación Monte Carlo), o asunciones implícitas sobre correlación (simulación histórica). Estas correlaciones estimadas están basadas en datos históricos y son extremadamente volátiles. Se muestra que el error en VaR se incrementa ya que el error en correlación crece y los efectos son magnificados en simulación de Monte Carlo.

Un indicador de que el VaR está sujeto a juicios viene por el rango de valores que los analistas asignan a la medida, cuando miran el mismo riesgo para la misma entidad. Diferentes asunciones sobre los retornos de la distribución y diferentes periodos de tiempos pueden retornar diferentes valores de VaR. Diferentes medidas de VaR pueden ser derivadas de un portfolio, incluso cuando se empieza con los mismos subyacentes de datos y metodología. El uso del VaR puede ser peligroso, ya que depende extremadamente de parámetros, datos, asunciones y metodologías. Estas discrepancias en el uso del VaR son

significativas ya que actualmente el VaR se está usando en los modelos internos de riesgos para el cálculo de capital, que se obtiene como el VaR calculado multiplicado por un factor de 3 para determinar la cantidad de capital que será asignada por riesgo de mercado. Este capital puede resultar demasiado elevado o demasiado bajo, dependiendo del método usado. La necesidad para ser uniformes en la metodología de VaR o para los diferentes factores de multiplicación de acuerdo al tipo de VaR es de suma importancia para establecer un suelo común en el que se pueda comparar.

Además de las limitaciones señaladas, hay otros autores como Styblo (1995) añaden otras limitaciones metodológicas tales como:

- El horizonte temporal es claramente un parámetro crucial en el cálculo de VaR. Dos cálculos de VaR idénticos excepto en la elección del horizonte temporal, hacen tener resultados diferentes para VaR aunque no inconsistentes. El cálculo de VaR para un horizonte de tiempo corto, puede conducir a conclusiones erróneas, los productos exóticos no pueden ser liquidados bajo la asunción de este horizonte temporal. En horizontes más lejanos, pueden ser apropiados para instrumentos que son ilíquidos, opciones “path-dependent”. Algunas funciones matemáticas son inadecuadas para pequeños movimientos del mercado.
- La selección del set de datos es otro componente de VaR crítico. El uso de diferentes set de datos puede producir enormes diferencias en el cálculo del VaR. El utilizar datos intradiarios y datos de cierre de día puede producir puntos contrarios de vista durante periodos de alta volatilidad.
- El uso de datos históricos o de datos de mercado implícitos crea diferentes puntos de vista. Otro factor importante es la amplitud en el periodo elegido de

los datos. Algunas firmas usan una serie de 90 días, pero el consenso del mercado es utilizar, por lo menos, un año de serie histórica de datos. Además de la amplitud, es muy importante la frecuencia, es decir, si se elige un año de serie histórica será muy diferente usar los datos de cierre de los 12 meses que datos diarios.

- En la elección de estos datos para el cálculo de VaR se debe determinar si excluir ciertos puntos. El conjunto de datos debería incluir “outliers” causados por un evento en el tiempo. Algunos de estos datos ocurren con muy poca frecuencia, como una crisis. La inclusión o no de estos datos produce también diferentes cálculos de VaR.
- El VaR no provee con absoluta confianza un determinado nivel de salidas. Muchas variables de riesgo como riesgo político, de liquidez, operacional, riesgo regulatorio, etc..., no pueden ser capturados a través de técnicas cuantitativas. Estas variables pueden ser causantes de riesgos. La incapacidad del VaR para capturar muchos factores cuantitativos y variables de riesgos exógenas lleva a la necesidad de combinar el VaR con chequeos de balances, procedimientos, políticas, controles, límites, variables de auditoría y reservas apropiadas.

1.4.3. COMPARACIÓN DE CIFRAS DE VaR ENTRE ENTIDADES

Un estudio realizado sobre las limitaciones de las cifras de VaR publicadas por las instituciones financieras destaca las siguientes conclusiones (Lévy-Rueff, 2005):

- La presentación de las cifras de VaR no tiene unos estándares comúnmente aprobados.
- La frecuencia de la publicación es variable, anual o trimestral.
- El horizonte temporal puede variar de 1 día o de 10 días.
- Los datos publicados por las instituciones de crédito no son homogéneos. En unos casos solo publican una cifra global de VaR. En otros casos publican el VaR desagregado por factor de riesgo. Hay bancos que publican el VaR final del período, aunque también pueden publicar VaR medio, mínimo, máximo de un período.
- Las instituciones de crédito pueden usar un método paramétrico, simulación histórica o Monte Carlo , aproximaciones, métodos diferentes para cada una de sus actividades con el fin de calcular los diferentes riesgos de la mejor manera.
- No existen garantías de que un estudio macro tenga el VaR de todas las instituciones calculados de una manera homogénea.
- Los cálculos por las diferentes instituciones pueden ser más o menos desagregados, mientras otros lo calculan de una manera más general y tienen mejor en cuenta los efectos de la diversificación. Además, la misma posición de riesgo no arroja los mismos resultados.
- El rango de actividades incluidas en el cálculo de las cifras presentadas por los bancos varía de uno a otro banco, así como el tiempo.

- Las técnicas usadas por los bancos cambian con el tiempo, algunos bancos introducen nuevos factores de riesgo, con el desarrollo de sus actividades para mejorar la calidad del VaR. Todo esto causa problemas para asegurar la continuidad de los análisis. Por ejemplo, cuando se decidió incluir la medida del spread de riesgos de crédito, que anteriormente la incluían dentro del riesgo de tipo de interés, puesto que el riesgo de spread de crédito no se estaba midiendo, aparece en este caso el efecto de la diversificación. De hecho, este efecto entre el riesgo de tipo de interés y el riesgo de crédito estaba anteriormente oculto en el cálculo del VaR global de tipo de interés.

Resumiendo, las cifras presentadas del VaR por las entidades financieras están basadas en un amplio rango de actividades, donde el dato de VaR ha sido validado por las autoridades bancarias y usado para calcular el capital regulatorio de cada institución. Esta ausencia de total transparencia en los métodos para calcular el VaR presentado hace difícil medir ajustadamente las implicaciones de estas elecciones y dificulta la comparación entre bancos.

1.5. PROBLEMAS y BENEFICIOS DEL VaR

El principal problema que puede plantear el uso del VaR es el de riesgo sistémico (Krause, 2003). El VaR es un método estándar usado en los mercados financieros y la banca y, consecuentemente, muchos participantes de mercado que utilizan técnicas de riesgo iguales o similares hacen que las reacciones a los eventos desarrollados sean iguales o similares. Como los datos de mercado usados para estimar el VaR están determinados por comportamientos de mercado de los participantes, se puede dar el caso de que una crisis se incremente por las acciones tomadas como resultado del VaR.

En este sentido, el VaR calculado sería una medida obsoleta de riesgo, porque el resultado de la distribución cambia significativamente, y no es tenido en cuenta en su cálculo. Por otra parte, el principal beneficio del VaR es que es fácilmente e intuitivamente entendido por no especialistas, y puede ser bien comunicado dentro de una compañía, entre compañías y reguladores, inversores, accionistas. De hecho, Krause (2003) señala como beneficios que el VaR puede ser usado para establecer límites para “traders” individuales, divisiones, compañías enteras, además facilita la medida y puede ser usado como base para realizar inversiones, facilita decisiones de colocación de capital y da una indicación del capital total requerido. Finalmente puede ayudar a decidir qué riesgos reducir, si fuera necesario.

En resumen, el VaR es una herramienta muy útil que es generalmente aceptada, a pesar de sus deficiencias. Sin embargo, el VaR no debería ser tomado como un número preciso.

Provee de una indicación de cuánto riesgo se está incurriendo. Esto también ayuda en la detección de tendencias en el comportamiento de los individuos o divisiones de la compañía al completo.

CAPITULO 2. CRISIS ECONÓMICA, BASILEA II Y PROPUESTAS DE MEJORA COMO PARÁMETROS DE CONSUMOS DE CAPITAL: STRESSED VAR

2.1. ORÍGENES DEL ACUERDO DE BASILEA

2.1.1. BANCO DE PAGOS INTERNACIONALES

La supervisión bancaria ha evolucionado significativamente en las últimas décadas. Las prácticas adecuadas para ejercer esta supervisión se han ido desarrollando con la intervención de los bancos centrales de los países de todo el mundo y con el apoyo de instituciones como el Banco de Pagos Internacionales (Bank for International Settlements-BIS).

Haciendo un breve repaso histórico, el BIS fue fundado el 17 de mayo del año 1930: nació con la función principal de encargarse de los pagos que Alemania tuvo que realizar, de acuerdo a las imposiciones fijadas por el Tratado de Versalles, después de la I Guerra Mundial. Finalizada la Gran Depresión de los años 30 y una vez canceladas dichas imposiciones a Alemania, el BIS centró toda su actividad en la cooperación entre bancos centrales.

Tras el acuerdo de Bretton Woods en 1944 y con la creación del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial la continuidad del BIS fue puesta en entredicho y la

institución se enfrentó a su abolición. Finalmente el papel que jugó en la reconstrucción de Europa tras el final de la II Guerra Mundial evidenció la importancia y la necesidad de su existencia. Durante el periodo comprendido entre las décadas de los sesenta y los setenta, el BIS se dedicó a defender el sistema monetario internacional de Bretton Woods.

En diciembre del año 1974, los gobernadores del Grupo de los 10 países más ricos del mundo, conocido como G10, crearon el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, buscando mejorar la colaboración entre las autoridades de supervisión bancaria en el ámbito mundial.

En el año 1982 las funciones del BIS se incrementaron debido a la crisis de la deuda de algunos países latinoamericanos, tomándose la decisión de conceder créditos blandos a los Bancos Centrales no miembros del BIS. Desde abril del año 1994 el BIS actúa como agente depositario de garantías, manteniéndolas e invirtiéndolas en beneficio de los poseedores de los bonos emitidos por los países que colocan dichas garantías.

La misión del BIS es servir a los bancos centrales en su afán por conseguir la estabilidad monetaria y financiera, fomentar la cooperación internacional en dichas áreas, así como también realizar la función de banco para los bancos centrales. Para ello, actúa como foro para promover el debate y facilitar procesos de adopción de decisiones entre los bancos centrales y la comunidad financiera internacional, desarrollando actividades a través de su centro de investigación económica y monetaria. Participa además como entidad de contrapartida para las transacciones financieras de los bancos centrales y agente o “fideicomisario” en lo relacionado con operaciones financieras internacionales.

2.1.2. COMITÉ DE BASILEA DE SUPERVISIÓN BANCARIA (BCBS)

El Comité de Basilea fue constituido como el Comité de regulación y supervisión bancaria por los gobernadores de los bancos centrales del grupo de los diez países más desarrollados del mundo, conocido como G10, en el año 1974, año marcado por las inestabilidades en los mercados financieros internacionales. Inicialmente formaban parte del comité los países del G10, representados por su banco central y por la autoridad con responsabilidad formal para la supervisión prudencial de los negocios bancarios cuando no es el propio banco central, pero después de varias ampliaciones el número se ha elevado hasta 28 jurisdicciones en 2014.

La misión del Comité es la de reforzar la regulación, la supervisión y las prácticas bancarias a nivel mundial, con el objetivo de mejorar la estabilidad financiera. Para ello, el Comité proporciona:

- Un foro para el intercambio de información sobre aspectos de supervisión.
- El desarrollo de estándares y directrices de supervisión en aras de fomentar la estabilidad financiera internacional.

Las normas definidas por el BCBS no tienen ninguna validez jurídica, siendo responsabilidad de las autoridades nacionales locales el desarrollar las leyes pertinentes para su implantación.

Inicialmente, según recoge el Instituto de Estudios Socioeconómicos de Cajamar (2002), otro de los objetivos del Comité fue el de unificar criterios en la cobertura de la supervisión internacional con el fin de que el establecimiento de bancos extranjeros no escapara a la supervisión y de que la supervisión fuera adecuada y consistente entre las distintas jurisdicciones.

El primer paso para alcanzar este objetivo lo dio en el año 1975 con la publicación del documento conocido como el “Concordato”, rebautizado en el año 1983 como “Principios para la Supervisión del Establecimiento de Bancos Extranjeros”. En este documento se establecían los principios para compartir la responsabilidad de supervisión de sucursales de bancos extranjeros, filiales y sociedades conjuntas entre el país en el que asientan y las autoridades supervisoras extranjeras.

2.1.3. CAPITAL EN LA INDUSTRIA BANCARIA

Los avances en materia de supervisión se han centrado básicamente en determinar los tipos de riesgos a los que se exponen las entidades crediticias, su cuantificación y las prácticas que implicarían una adecuada gestión de la exposición de las instituciones. El tema al que se ha dedicado más tiempo en los últimos años ha sido el del “capital suficiente”, trabajando para obtener una mayor convergencia en la medida de capital adecuado para cada institución financiera. Existía un gran empeño dentro del Comité del BIS para alcanzar un acuerdo internacional con la finalidad de fortalecer la estabilidad del sistema internacional bancario, eliminando la fuerte desigualdad competitiva, que originaba diferencias en los requisitos de capital nacional.

El capital bancario se define como la diferencia entre el valor de mercado de los activos y los depósitos (pasivos) bancarios, de modo que un banco entra en “default” económicamente cuando el valor de mercado de sus activos se sitúa por debajo del valor de mercado de sus pasivos, siendo el valor de mercado de su capital (riqueza neta) negativo (Kaufman, 1992). Considerando el capital como la diferencia entre activos y depósitos, cuanto mayor sea el ratio que relaciona capital y activos, mayor seguridad presentarán los depósitos.

La regulación a través de requisitos de capital obedece a la intención de generar una “red de seguridad”, no sólo para los depositantes, sino también para los gobiernos, que, con la existencia del seguro de depósitos, se convierte en el mayor acreedor no asegurado de los bancos. Además, permite proteger a la economía de las externalidades negativas que suponen las quiebras bancarias, sobre todo en forma de riesgo sistémico (Fernández y Gutiérrez, 2006).

En este mismo trabajo exponen que según Kaufman (1996), el mayor peligro del riesgo sistémico surge, no del daño que puede infringir a la economía un conjunto de fallos bancarios, sino de los efectos adversos de políticas públicas adoptadas para prevenirlos. Para el argumento de riesgo sistémico, las reglas de adecuación de capital requieren a los bancos mantener un nivel mínimo de recursos propios, reduciendo la probabilidad de insolvencia y, en consecuencia, el riesgo para una entidad derivado del colapso de otras (Beattie et al., 1995; p. 34).

En resumen, el camino hacia la regulación bancaria actual ha pasado de una regulación estructural, con normas que limitaban la capacidad de maniobra de las entidades respecto a los precios, las cantidades y a la capacidad instalada, a una regulación prudencial, donde se otorga libertad operativa pero se vigila la valoración de los activos y la existencia de un nivel de recursos propios acorde al riesgo incurrido por las entidades (Saurina, 2002). En general, se asume que las instituciones bancarias tienen un respaldo financiero de sus dueños suficiente para afrontar las dificultades temporales, convirtiéndose el capital en vehículo de control de la probabilidad de quiebra. Los accionistas pretenden minimizar el capital para lograr un mayor retorno sobre el capital, mientras que los acreedores y supervisores intentarán elevarlo para tener un colchón mayor para protegerse de las pérdidas y los posibles problemas sistémicos (Fernández y Gutiérrez, 2006).

2.2. BASILEA I

El BCBS, constituido por el BIS en el año 1974, promovió el Primer Acuerdo de Capital de Basilea (Basilea I), firmado en el año 1988. En dicho acuerdo se establecían unos requerimientos mínimos de capital, al menos el 8% sobre los activos ponderados por riesgo, a los bancos internacionales de los países del G10. Este acuerdo tenía dos objetivos (Becerra, Guzmán y Trujillo, 2006):

- Dar mayor solidez al sistema bancario internacional.
- Estandarizar la evaluación de las diferentes entidades financieras de manera que se tuviera un parámetro uniforme de calificación.

El acuerdo, que inicialmente sólo tenía en cuenta el riesgo de crédito, definió los principales conceptos básicos (Held, Jimenez y Romero, 2008):

- **Capital Básico o “core capital” (Tier 1):** compuesto por el capital social y las reservas declaradas. Representa el aporte patrimonial de los accionistas y permite cubrir pérdidas inesperadas de forma inmediata y sin restricciones.
- **Capital Complementario (Tier 2):** se compone de reservas no declaradas, reservas de revalorización de activos, provisiones generales por riesgo de crédito, deuda subordinada, y otros instrumentos híbridos de deuda/capital. **Deducciones de Activos:**
 - El fondo de comercio o “goodwill” se deduce del Tier 1.

- Las inversiones no consolidadas en bancos y compañías financieras subsidiarias, e inversiones en el capital de otros bancos e instituciones financieras, se deducen a partes iguales del Tier 1 y del Tier 2.
- **Activos ponderados por riesgo:** se fijan cinco pesos en función de las diferentes categorías de activos o exposiciones fuera de balance definidas en el acuerdo.
- **Coefficiente de capital mínimo de los bancos:** el acuerdo fija en un mínimo del 8% los requerimientos de capital ($\text{Tier 1} + \text{Tier 2} - \text{Deducciones}$) sobre los activos ponderados por riesgo.
- **Limitaciones :** entre otras, el acuerdo establece que:
 - Tier 1 mayor o igual al 4%
 - Tier 2 menor o igual que el Tier 1.
 - Deuda subordinada menor o igual al 50% del Tier 1.

2.3. DE BASILEA I A BASILEA II

El éxito de Basilea I se debió a que permitió unificar criterios de requerimientos de capital mínimo en una industria que internacionalmente se manejaba con criterios muy diferentes, y también debido a la simplicidad de su aplicación. Sin embargo, esa misma simplicidad hizo que perdiera vigencia rápidamente, especialmente ante los avances notables en la medición y en la gestión de riesgos que se produjeron en la década de los noventa (Svarzman, 2004).

De cara a tener en cuenta esta innovación financiera y con el fin de ampliar el marco normativo a otros riesgos, en el año 1996 se introdujo una modificación al acuerdo de Basilea I. Se trató de exigir a los bancos requerimientos de capital adicionales con el objetivo de cubrir el riesgo de pérdidas procedentes de cambios en los precios de mercado: riesgo de tipo de interés, riesgo de posición de renta variable, riesgo de tipos de cambio, riesgo de materias primas y opciones. En lugar de fijar un esquema de porcentajes de capitalización obligatorios para todo el mundo, esta enmienda al acuerdo recogía dos métodos para medir el riesgo de mercado:

- Método estándar: basado fundamentalmente en subyacentes y vencimientos. No recoge correlación alguna entre los distintos tipos de riesgo.
- Modelo interno: basado en el cálculo del VaR o Valor en Riesgo; es decir, la cantidad máxima que podría perder una entidad en un intervalo de tiempo determinado, bajo condiciones normales de mercado, y para un nivel de confianza dado. Requiere la aprobación del supervisor y el cumplimiento de una serie de

requisitos cuantitativos y cualitativos. Permite reconocer las correlaciones entre todos los factores de riesgo. Con este método se minimiza la distorsión de las actividades de los bancos provocadas por las rígidas reglas de capitalización, al mismo tiempo que se trata de impulsar a los bancos a mejorar sus procesos de administración de riesgos, puesto que aquellos bancos que sean más eficaces tendrán porcentajes de capitalización regulatorio menores (Instituto de Estudios Socioeconómicos de Cajamar, 2002).

A pesar de las enmiendas realizadas a Basilea I, la evolución experimentada en el mercado puso en evidencia algunas de las debilidades del acuerdo:

- Capital muy poco sensible a la calidad crediticia de las contrapartidas, lo que implícitamente supone una discriminación a favor de activos con mayor Riesgo (misma exigencia de capital, 8%, para préstamo a firma AAA vs préstamo consumo particular).
- Escaso reconocimiento de las garantías y colaterales como mitigadores del riesgo.
- Riesgos subyacentes no contemplados.
- Falta de incentivos para la mejora de la medición y gestión del riesgo.

En este contexto, se hacía necesario definir un nuevo marco de requerimientos de capital que sustituyera al acuerdo de 1988 (Basilea I).

2.4. BASILEA II

En junio del año 1999 el BCBS elaboró un documento consultivo (CP1), que sería el primer paso para la aplicación de un nuevo marco de requerimientos de capital que sustituyera al acuerdo Basilea I. A este primer documento consultivo le siguieron un segundo, en enero del año 2001 (CP2), y un tercero, en abril del año 2003 (CP3), hasta la publicación definitiva del acuerdo “Convergencia internacional de medidas y normas de capital - Marco revisado”, el 26 de junio del año 2004, conocido comúnmente como Basilea II. Tuvo varias revisiones hasta la última que se publicó el 13 de julio de 2009. Este nuevo acuerdo tenía como objetivos los siguientes (López, 2006):

- Promover la adecuada capitalización de los bancos, vinculando mejor los activos bancarios a sus riesgos.
- Mayor importancia de la práctica supervisora y de la disciplina de mercado.
- Mayores incentivos para las entidades en mejorar su estructura de gestión y de control interno.
- Fortalecer la estabilidad del sistema financiero.

El nuevo acuerdo se desarrolló a través de tres pilares, reconociendo que el capital no puede sustituir por sí solo a una adecuada gestión y control de riesgo (Fernández y Gutiérrez, 2006). En palabras de Caruana (2004), Gobernador del Banco de España y presidente del Comité de Basilea en esos momentos “a través de los tres pilares, Basilea II buscaba una frontera eficiente de objetivos de política. Cada pilar ofrecía algo que los otros no podían

proporcionar. Cada uno es esencial para conseguir nuestro objetivo general de lograr la estabilidad financiera”:

- Pilar I: ajustaba los requerimientos mínimos de capital de manera más razonable al riesgo subyacente que soporta cada entidad.
- Pilar II: los supervisores analizaban las evaluaciones que realizaba cada banco de sus propios riesgos y determinaban si esas evaluaciones parecían razonables.
- Pilar III: reforzaba los incentivos externos para la gestión prudente. Este pilar III, al aumentar la transparencia de la información financiera que presentaban los bancos, fortalecía la capacidad de los participantes en el mercado de recompensar a los bancos bien manejados y penalizar a los que se manejaban mal.

Europa decidió implantar este nuevo acuerdo en todos los bancos, independientemente de que fueran internacionales o no. El objetivo inicial era uniformar el sistema financiero y permitir, a nivel macro, contar con un sistema solvente que contribuyera al desarrollo económico de los países. A nivel micro había que evitar que aquellos bancos que no lo implantaran y permanecieran en Basilea I perdieran competitividad respecto de aquellos que implantaran Basilea II.

Sin embargo, Basilea II también tenía riesgos (López, 2006), siendo los más importantes:

- En primer lugar, afectaba a la posición competitiva relativa de los bancos, es decir, contemplaba incentivos de menor requerimiento de capital para los bancos derivados de la adopción de avanzadas técnicas de valoración del riesgo. Los bancos que utilizaran métodos avanzados de valoración interna, se beneficiaban de

un menor requerimiento de capital frente a los que utilizaran el método estándar. Los distintos enfoques para cuantificar el riesgo afectaban a la competitividad relativa entre las instituciones bancarias y creaban una regla de juego no uniforme para las entidades financieras participantes en el mercado.

- En segundo lugar, suponía un incremento de capital por riesgo operativo. La incorporación en Basilea II del riesgo operativo requirió a los bancos mayores niveles de capital que bajo Basilea I, así como una necesidad de desarrollo de sistemas y mecanismos de control para valorar, monitorizar y cubrir el riesgo operativo, lo que supuso un aumento de los costes.

2.4.1. EFECTOS BASILEA II EN EL RIESGO DE MERCADO

Basilea II recoge básicamente la norma fijada en el documento “Enmienda al acuerdo de capital para incorporar riesgos de mercado” del año 1996. Los bancos podrán elegir entre dos metodologías:

- La primera consistía en estimar los riesgos de manera estándar para los riesgos de tipo de interés, acciones, divisas y productos básicos.
- La segunda estaba sujeta al cumplimiento de ciertas condiciones y requería la aprobación explícita de la entidad supervisora, permitiendo a los bancos utilizar modelos internos de gestión de riesgos. Adicionalmente se incorporaban reglas de tratamiento a las actividades de la cartera de negociación (trading), doble incumplimiento y riesgo de crédito de contraparte.

El denominador común de los modelos avanzados en Basilea es el uso de lo que se ha denominado “metodologías tipo VaR”, es decir, la definición del capital regulatorio como un determinado percentil de la distribución de pérdidas (Carrillo, 2005). El VaR se basaba en la hipótesis de normalidad y era un instrumento adecuado para asignar niveles de riesgo a distintas unidades o subcarteras. Cuando la distribución no es normal, el conocer un percentil supone saber sólo un punto de la distribución de probabilidad y este conocimiento no permite inferir nada acerca del comportamiento de la misma para valores más extremos. Por tanto, no proporcionaba información acerca de la forma de la cola de la distribución.

En resumen, el nuevo acuerdo de Basilea tenía un doble objetivo (Carrillo, 2005):

- Aspiraba a modelos más sensibles a los riesgos reales de la entidad, a una convergencia entre capital económico y capital regulatorio.
- Pretendía mantener determinados niveles de capitalización en las entidades financieras, más allá de lo que digan sus modelos.

Los modelos existentes trataban los riesgos como procesos exógenos a los que las entidades financieras se veían sometidas. En periodos normales se podían admitir los dos supuestos anteriores. El riesgo podía considerarse como exógeno, los modelos funcionarían y el capital regulador y el económico calculado a partir de estos deberían coincidir. Sin embargo, en periodos de crisis, los comportamientos de los agentes alcanzan niveles de dependencias muy altos (el denominado “efecto manada”). El uso de modelos similares para predecir riesgos y valorar derivados lleva a los distintos agentes a estrategias similares para mitigarlos. El riesgo se torna endógeno. Es decir, las actuaciones de una entidad pueden contribuir a incrementar sus riesgos cuando estos adquieren una dimensión

sistémica. Aquí los modelos dejan de funcionar (Carrillo, 2005). Éste fue el principal motivo para que el BCBS publicase, en julio del año 2009, dentro de Basilea II un marco revisado para el riesgo de mercado, conocido como Basilea II.5.

2.4.2. PILARES DE BASILEA II

2.4.2.1. Pilar I: Requerimientos mínimos de capital

El Pilar I modificaba los requisitos de capital de los bancos al establecer la relación más estrecha entre dicho capital y el riesgo de crédito de las operaciones bancarias. Eliminaba también el criterio de los países de la OCDE que imperó en Basilea I y el grado de riesgo de los activos descansaba en la calificación externa de riesgo realizada por empresas especializadas en calificación del riesgo crediticio y modelos de evaluación desarrollados por el banco y validados por supervisores bancarios. Los más desarrollados, además de la disminución de requerimientos de capital, tenían más requisitos en su implementación, pero se veían beneficiados a largo plazo de la mayor eficiencia operativa derivada de la mejor gestión de riesgos.

La definición de capital se mantiene sin cambios respecto a Basilea I, de la misma forma que el requerimiento mínimo de capital permanece en el 8%. No obstante, adiciona para la cuantificación de los requerimientos de capital, los derivados del riesgo operativo:

$$RMC = \frac{\text{Capital}}{\text{Riesgo Crédito} + \text{Riesgo Mercado} + \text{Riesgo Operativo}} > 8\%$$

A continuación se exponen cada uno de los componentes de los requerimientos mínimos de capital, que son:

- **Riesgo de Mercado**

En cuanto al riesgo de mercado, Basilea II no presentaba cambios en relación a Basilea I. Para el caso del método estándar, se presentaba el cuadro de vencimientos y también era posible optar por el método basado en los modelos internos (VaR). Los riesgos de mercado que contemplaba corresponden a tipo de interés, renta variable, riesgo de tipo de cambio y materias primas.

- **Riesgo Crédito**

Para la cuantificación del riesgo de crédito Basilea II, a diferencia de Basilea I, propone tres métodos para su implementación. Cada método es diferente en nivel de complejidad y requisitos. Los más simples son menos costosos pero requieren mayor integración de capital porque los ponderadores de riesgos son más elevados. Los métodos son los siguientes:

- Método estándar: supone un avance sustancial respecto a Basilea I, ya que se amplía el número de ponderaciones (segmentaciones de riesgo) permitiendo discriminar mejor el riesgo de los acreditados, se permite el uso de ratings de las agencias calificadoras externas y se mejora sustancialmente el tratamiento de las técnicas de mitigación de riesgos y de la titulización de activos.

- Modelos internos: tienen como objetivo dar un enfoque al cálculo de capital más objetivo y sensible al riesgo y están basados en el uso de ratings internos (Internal Rating-Based). La norma permite dos variantes:
 - IRB Básico: los bancos únicamente estiman la probabilidad de *default* o incumplimiento, que mide la probabilidad de que el deudor no pueda hacer frente a sus obligaciones. El resto de parámetros necesarios son fijados por la norma.
 - IRB Avanzado: los bancos estiman todos los parámetros utilizados por el modelo. Utiliza como ponderador del riesgo la tasa de recuperación de los créditos del propio banco. Dicha tasa dependerá de cómo actuó el Banco a lo largo de varios años y no dependerá de situaciones o mediciones puntuales. En este método se considera pérdida económica, la que está relacionada con las obligaciones principales e intereses no cobrados, así como las quitas, descuentos, y gastos tanto directos e indirectos incurridos en la recuperación.

Para los tres métodos, Basilea II contempla varios mitigadores de riesgos, incluyendo garantías, colaterales financieros, compensación de créditos y también de las deudas de una misma contraparte.

- **Riesgo Operacional**

En cuanto al riesgo operacional, Basilea II introduce este término para la determinación de los requerimientos de capital, presentando tres alternativas o métodos para su cuantificación:

- Método del indicador básico: únicamente consiste en la aplicación por riesgo operacional del 15% del resultado bruto de la entidad.
- Enfoque estándar: fija porcentajes a aplicar al resultado bruto por línea de negocio, que varían desde el 12% de Intermediación Minorista, 15% para Banca Comercial, al 18%, por ejemplo para finanzas corporativas.
- Método de medición avanzada (AMA): el resultado surge de aplicar sistemas de gestión de riesgos internos suficientemente desarrollados cuyas estimaciones de pérdidas deberán considerar fallos internos y externos, madurez de control internos, análisis de escenarios, entornos de negocio. Después aplicando un intervalo de confianza del 99,9% calcula las estimaciones como sumatorio de las pérdidas esperadas y pérdida inesperada. Los supervisores bancarios exigen a las entidades para poder adoptar este método, además de la solidez del modelo a aplicar, el cumplimiento de requisitos cualitativos de admisión tales como:
 - Consejos directivos y los principales ejecutivos involucrados en la gestión de riesgos, contando con la existencia de un sistema de información periódica a las direcciones de las líneas de negocios, a la alta dirección y al consejo de administración.
 - Existencia de función de gestión de riesgo operacional independiente, responsable de la implementación de la estructura del riesgo operacional de la institución.
 - Integración del sistema de medición de riesgo en la rutina diaria de la dirección de riesgo.
 - El sistema debe estar suficientemente documentado.
 - Debe ser validado interna y externamente.

2.4.2.2. PILAR II: EL PROCESO DE SUPERVISIÓN BANCARIA

La incorporación del Pilar II a la norma era necesaria ya que se requería tener en consideración los riesgos no incluidos en el Pilar I: liquidez, tipo de interés estructural, reputacional, etc. Adicionalmente, en éste se describen los principios con los que el regulador debería supervisar a las entidades (Fernández y Gutiérrez, 2006):

- Los bancos deben contar con un proceso para evaluar la suficiencia de su capital total, en función de su perfil de riesgo y con una estrategia para el mantenimiento de sus niveles de capital.
- Las autoridades supervisoras deberán examinar y evaluar las estrategias y evaluaciones internas de la suficiencia de capital de los bancos, así como la capacidad de éstos para vigilar y garantizar el cumplimiento de los coeficientes de capital regulador.
- Los supervisores deberán esperar que los bancos operen por encima de los coeficientes mínimos de capital regulador.
- Los supervisores intentarán intervenir con prontitud, a fin de evitar que el capital descienda por debajo de los niveles mínimos requeridos. Además deben exigir la inmediata adopción de medidas correctoras si el capital no se mantiene en el nivel requerido o no se recupera ese nivel.

2.4.2.3. PILAR III: DISCIPLINA DE MERCADO

En los últimos años, los organismos financieros internacionales abogan por una creciente transparencia de las entidades crediticias, de ahí que el BCBS decidiera incluir este pilar en la norma. El Pilar III apoya a los pilares anteriores, y se basa en aumentar el grado y calidad de la información que el mercado recibe de las instituciones bancarias. Un banco que se percibe seguro y bien gestionado puede obtener términos y condiciones comparativamente más favorables en sus relaciones con los inversores, acreedores, depositantes y contrapartes. Una disciplina de mercado efectiva requiere información relevante y oportuna que permita a las contrapartes realizar valoraciones de riesgo bien fundadas. Los bancos deben publicar y revelar todas las cifras claves del capital mantenido, como un colchón contra pérdidas, así como las exposiciones al riesgo que pueden motivar tales pérdidas. (Fernández y Gutiérrez, 2006).

Con esta mayor transparencia normativa en cuanto a las actividades de un banco, sus controles internos, el manejo de sus exposiciones al riesgo y el papel que el gobierno corporativo realiza, el público estará en mejores condiciones para decidir con qué institución bancaria llevará a cabo sus operaciones, premiando a las que manejen sus riesgos prudentemente y penalizando a aquellas que no lo hagan (López, 2006). Esta política formal de divulgación de las informaciones permitirá a los usuarios evaluar aspectos básicos referidos a (Svarzman, 2004):

- Ámbito de aplicación.
- Exposiciones al riesgo.
- Procesos de evaluación de riesgos.
- Suficiencia de capital de la institución.

2.5. INTRODUCCIÓN AL STRESSED VAR

En el documento publicado por Basilea “Revisión to the Basel II Market Risk Framework” en Julio del año 2009 se recogían las recomendaciones en cuanto al riesgo de mercado. Se centraban en la introducción de nuevos factores en la medición del modelo estándar e interno de las entidades, con el fin de capturar riesgos residuales, como el de default y migración, entre otros. Sin embargo, hay que destacar que las modificaciones más importantes se aplicaban al VaR, con base en las múltiples debilidades demostradas durante la crisis financiera internacional.

La inestabilidad de los mercados que se inició a mediados del año 2007 y que desencadenó los problemas que llevaron a una crisis mundial a partir del segundo semestre del año 2008, subrayó la importancia de la liquidez en el funcionamiento de los mercados financieros y en el sector bancario. Los cambios que se presentaron en la liquidez de los mercados reveló la rapidez con que las variables financieras y las condiciones de los mercados podían deteriorar la estabilidad de las entidades. Durante este periodo, el sistema financiero sufrió grandes pérdidas, que exigieron la intervención de los bancos centrales, con el fin de asegurar, no sólo el funcionamiento de los mercados, sino también de determinadas compañías. Las críticas más duras se centran en el desempeño del VaR durante las épocas de mayor volatilidad, la baja calidad de la información que utilizaban las entidades para su cálculo, así como sus pobres evaluaciones (backtesting y Stress testing).

Según la Comisión de Comunidades Europeas, durante la crisis, el número de excesos en las pruebas de desempeño (backtesting) del VaR aumentó casi exponencialmente. Esto quiere decir que las entidades eran completamente conscientes de que las pérdidas en sus carteras podrían superar el capital requerido para hacerles frente. Este hecho ponía en duda la solidez del VaR en condiciones de estrés financiero. Así mismo, la Comisión de las Comunidades Europeas (Julio 2009b) resume las principales debilidades del VaR en dos puntos:

- los modelos estaban calculados con cortos períodos de datos históricos, por lo que es difícil capturar episodios de tensión en los mercados, y
- los supuestos de independencia de los rendimientos no se mantenían en momentos de alta volatilidad, cuando las correlaciones entre los factores de riesgo aumentaban. Kuester, Mittnik y Palolella (2006) muestran en su estudio empírico que las series de rendimientos no siguen una distribución normal. Más específicamente los rendimientos no son variables IID, (independientes e idénticamente distribuidos) especialmente en períodos de alta volatilidad.

Por estos hechos y por las críticas recibidas a Basilea, desde el año 2008 el regulador bancario se puso en la tarea de mejorar el régimen de administración del riesgo de mercado, publicando la revisión y mejoras al modelo estándar e interno para el cálculo de la exposición. Como aspectos más importantes a considerar en la medida de VaR destacan los siguientes:

- Para el cálculo del VaR, por modelo interno, Basilea proponía incluir como riesgo específico aquel factor de riesgo que sea identificado por la entidad

como relevante para la valoración de los activos. Es decir, todos los factores utilizados para la determinación de los precios de la cartera deberían ser incluidos en el cálculo del VaR. De lo contrario se debería justificar ante el supervisor la omisión de dicha información.

- Se mantenía el supuesto de que un “shock” de precios al valor del cartera debía ser de mínimo diez días, es decir, el tiempo de exposición mínima al riesgo de mercado eran diez días. Sin embargo, a la instrucción que permitía que las entidades utilizaran menos de los días estipulados, se le incluyó la obligación de justificar periódicamente al supervisor el uso de un periodo menor con previa autorización de éste.
- Adicional al VaR diario que cada entidad calculaba, éstas debían calcular semanalmente un VaR estresado (Stressed Value-at-Risk) con exposición mínima de diez días, al 99% de confianza de la distribución, con consumos calculados a partir de una base de datos de doce meses de grandes volatilidades y estrés financiero, que resulte relevante para la cartera del banco. Esta base de datos debía ser previamente autorizada por el supervisor y continuamente revisada.

2.6. ORIGEN DEL STRESSED VAR

En el documento del Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, “Revisión to the Basel II market risk framework“ del año 2009, se describe el recargo al capital regulatorio por SVaR. El comité sugiere que los bancos deberían usar un cálculo de SVaR basado en un periodo particular de turbulencia en el mercado. En este apartado revisamos las crisis históricas recientes y las motivaciones para la aparición regulatoria del SVaR.

2.6.1. CRISIS HISTÓRICAS.

Los movimientos extremos del mercado, por diferentes motivos, se han repetido durante la historia. Ello ha llevado a las entidades a contar con un análisis de escenarios para poder estar preparadas ante tales movimientos. Según exponen Lieng-Seng y Lee (1999), algunos ejemplos de movimientos de mercado extremos son los siguientes:

- 19 octubre 1987 Crash Bursatil: el Down Jones Industrial Average (DJIA) cayó un 23% y el S&P500 un 20%. Se produjo un efecto contagio que incluyó una caída del Nikkei del 15% en Japón y del FTSE (Financial Times Stock Exchange) de London Stock Exchange del 12%. El Índice HSI (Hang Seng Index) de Hong Kong Stock Exchange cerró 4 días y cayó un 33%.

- Crash Nikkei en el año 1990: el Nikkei cayó un 48%, y la volatilidad histórica a una semana excedió el 120% entre septiembre/octubre del año 1990. El índice Real State de Japón cayó un 56%.
- Crisis del sistema monetario europeo del año 1992: el mecanismo europeo de tipos establecía unos rangos entre los que se movían las divisas de los 12 países miembros. Cuando el sistema monetario empezó a desmoronarse, se precipitó la venta de divisas débiles y la compra de marcos alemanes. Los tipos en Inglaterra subieron el 12% para defender su moneda, pero suspendieron eventualmente su participación en el sistema monetario europeo. Esto condujo a la caída de la libra. Italia devaluó su moneda un 7% y España la peseta un 5%.
- En el año 1994, tipos de interés de Estados Unidos: los tipos de la Reserva Federal a corto plazo subieron del 3% en enero de 1994 al 5,5% el 30 de diciembre (un incremento del 83%). El tipo a 12 meses se incrementó un 110%, hasta alcanzar el 7,75% al final del año. Se produjeron caídas en índices como el DJIA del 10%.
- 1994-1995 Crisis del peso mexicano y crisis en América Latina: el peso mexicano se devaluó un 15%, y la volatilidad histórica a una semana supero el 150% en Diciembre. Desde septiembre del año 1994 hasta marzo del siguiente año, 1995, el índice de la bolsa mexicana cayó un 49%, hasta alcanzar los 1447,52. El índice de acciones brasileñas Bovespa cayó un 61% hasta los 2138,28 puntos y el índice del Merval Argentino cayó un 58% hasta los 262,1,
- 1997 crisis asiática: el Bath tailandés cayó en un día el 16% y rápidamente afecto a otras monedas asiáticas. El Won coreano cayó un 41% entre el 4 de diciembre del año 1997 y el 23 de diciembre de ese mismo año. El índice de la bolsa coreana descendió un 50% hasta alcanzar los 350,68 puntos. La rupia indonesia cayó un

71% entre el 1 de diciembre de 1997 y el 26 de enero del año siguiente y la volatilidad a una semana superó el 200%. El índice Jakarta Composite cayó un 41% hasta los 339,53 desde el 10 de septiembre de 1997 hasta el 15 de diciembre del mismo año. El ringgit malayo (moneda oficial de Malasia) cayó un 25% en diciembre. El índice Composite de Kuala Lumpur descendió un 45% hasta los 477,57 desde el 10 de septiembre del año 1997 hasta el 12 de enero de 1998.

- 1998 crisis rusa: el rublo cayó un 41% del 25 al 27 de agosto del año 1998. En un solo día, el 29 de agosto, cayó un 29%. Rusia hizo impagos (default) en su deuda interna de gobierno. El índice ruso, RST (Rusia Stock Index) cayó un 86%. La rentabilidad de los bonos del gobierno ruso aumentó de 333% el 26 de agosto del año 1998 al 578% el 27 de agosto de ese mismo año, 1998.
- 1998 LTCM (Long-Term Capital Management): el colapso del Hedge Fund Long Term Capital fue uno de los principales motivos de la depresión de los mercados de renta variable en el tercer cuatrimestre del año 1998. El DJAI cayó un 12%, los precios de las volatilidades excedieron el 70% En agosto, los diferenciales de spread de crédito aumentaron considerablemente en todos los ámbitos.
- 1999 crisis en Brasil. Brasil devaluó su moneda en un 8% el 14 de enero de 1999 y el índice Bovespa cayó un 10% hasta un mínimo de 5057,19 en el mismo día. Las volatilidades de precios del real brasileño superaron el 80% en enero.
- Crisis 2007-2008. Esta crisis fue originada por el segmento de hipotecas de alto riesgo (subprime) en EEUU, extendiéndose al resto de mercados. Fue debido a la elevada oferta monetaria. Los tipos de interés bajos propiciaron una rápida expansión de la cartera crediticia, dando lugar a que los activos en los que se invertía incrementaran su precio, propiciando una menor morosidad. La ingeniería

financiera había dado lugar al uso de derivados de crédito y a la titulización de activos. El impago de hipotecas subprime en EEUU provocó miedo en los mercados financieros, congelándose la concesión de créditos y provocando una crisis económica, caída del precio de activos e incrementos de morosidad. La complejidad de los productos estructurados creados hicieron imposible la valoración correcta de los mismos, dando lugar a la salida de inversores de los productos titulizados. En agosto del año 2007, el BCE junto con la Reserva Federal y varios bancos centrales, para calmar los temores de la crisis, volcó en el mercado miles de millones de dólares americanos. Desde septiembre del año 2008, los Bancos Centrales han ido reduciendo sucesivamente los tipos de interés a los tipos más bajos de la historia. El 15 de septiembre de ese mismo año, con la bancarrota de Lehman Brothers, se produce un “lunes negro” en Wall Street.

- Crisis de la deuda soberana 2010. La crisis de crédito contagió la deuda de la Unión Europea (UE), provocando el cierre de los mercados mayoristas y tensiones de liquidez. El origen fue debido a la situación económica de Grecia, que se tradujo en una falta de confianza en el resto de economías de la UE con mayor déficit fiscal. En los mercados financieros se tradujo en un importante incremento de las primas de riesgo y caídas bursátiles. La emisión de títulos de renta fija se redujo drásticamente. Los mercados de deuda soberana registran fuertes tensiones en Grecia, Irlanda, Portugal, España e Italia. En mayo del año 2011 se llevó a cabo el rescate de Portugal por parte de la UE y el FMI (Fondo Monetario Internacional). En junio Grecia aprobó un nuevo plan de austeridad y privatizaciones como parte del plan de rescate iniciado en el año 2010. En agosto se dispararon las primas de riesgo de España y Portugal, y el BCE comenzó la compra masiva de la deuda

soberana. La agencia de calificación Standard & Poor rebaja la calificación de la deuda de Estados Unidos de AAA a AA+, debido al incremento del déficit para conseguir la recuperación económica. Las primas de riesgo de deuda de países como España e Italia alcanzaron máximos históricos durante el mes de noviembre.

2.6.2. MOTIVACIONES PARA LA APARICIÓN REGULATORIA DEL STRESSED VAR

La crisis global de los años 2007 y 2008 dio origen a pérdidas masivas e inesperadas de las instituciones financieras que utilizaban el VaR (Gerson Lehman Group Expert Contributor, 2009). Los cálculos del VaR estaban infraestimando el verdadero riesgo del mercado. Por este motivo, el Comité de Basilea II incluyó el requerimiento del SVaR.

El principal fallo del VaR para predecir la peor pérdida esperada (sufrida en 2008) fue debida a que las instituciones que usaban esta metodología habían establecido unas reservas de capital inadecuadas. Las pérdidas en la mayoría de los bancos en la cartera de negociación (“trading book” en la terminología anglosajona) habían sido significativamente mayores que los requerimientos mínimos de capital bajo las reglas establecidas del Pilar I de Basilea.

La falta de adecuadas reservas de capital condujo directamente a la quiebra de instituciones de Wall Street como Bearn Sterns (adquirido por JP Morgan) y Lehman Brother en septiembre del año 2008, además de otras víctimas como AIG, Freddie Mac y Fannie

Mae, que fueron rescatadas por el Gobierno. Merrill Lynch fue rescatado por el Bank of America, que también sufrió pérdidas en los mercados de crédito. Citigroup fue reducido a un “banco Zombie”, perdiendo cerca de 40 mil millones de dólares, como resultado del colapso en el valor de los derivados de crédito. Ninguna de estas pérdidas fue estimada por las metodologías de VaR establecidas en los acuerdos de Basilea II en el año 1996, como respuesta a las crisis. Por todo ello se estableció la introducción del requerimiento del SVaR. El Comité requería a los bancos calcular el SVaR teniendo en cuenta un periodo de observación de un año de pérdidas significativas, las cuales deben ser calculadas en adición al VaR calculado normalmente con escenarios recientes (Gerson Lehman Group Expert Contributor ,2009).

Los requerimientos de SVaR tienen como ventaja que reducen la prociclicidad del mínimo capital requerido por el componente de riesgo de mercado. Calculado semanalmente como mínimo y con el mismo alcance que el VaR clásico, las nuevas métricas median el VaR 10 días al 99%, con los inputs del modelo calibrados sobre un periodo significativo de estrés financiero relevante para la cartera del banco (Grunspan y Hill, 2009). Además, el periodo sobre el cual los input de los datos del VaR son calibrados es crucial y determinante en el resultado final. Siguiendo un periodo de calma en los mercados financieros, el actual VaR regulatorio podía llevar a niveles bajos y podría infraestimar el riesgo. Gracias al SVaR los requerimientos de capital por el componente de riesgo de mercado serán menos procíclicos que los que se solían usar. Esto era positivo porque los bancos no tomarían, en teoría, más riesgos de los estrictamente necesarios e incrementarían su posición en un entorno de mercado favorable, acumulando posiciones largas de trading que serán más difíciles de manejar cuando el mercado se deteriorase.

2.7. CAPITAL REGULATORIO POR STRESSED VAR

Una de las consecuencias derivadas de la crisis fue que las pérdidas en las carteras de “trading” fueron significativamente mayores que el mínimo capital requerido bajo el riesgo de mercado del Pilar I. Los reguladores concluyeron que los bancos se aprovecharon de los bajos requerimientos de capital. Como resultado de esta situación, Basilea propuso revisiones intentando capturar el incremento de riesgos de la migración de crédito, ampliación de estrés, más el impacto del estrés de mercado. Estos requerimientos de capital estaban basados en estimaciones de pérdidas del VaR, que reflejaban los bajos niveles de volatilidad que estaban presentes en los mercados financieros antes de la crisis.

Por todo ello, y como ya se ha comentado anteriormente, se decidió introducir un nuevo requerimiento denominado SVaR. Tenía que ser calculado teniendo en cuenta un año de observaciones en un periodo de pérdidas significativas, y el resultado de la carga de capital tenía que ser añadido a los requerimientos de capital basados en el más reciente periodo de observación de un año. El recargo por SVaR es entendido como una carga de capital adicional que debería ser aplicada a las carteras del banco en un periodo de estrés relevante (BIS 2011a).

La introducción del SVaR incrementaba los niveles de capital para las actividades de la cartera de negociación (Trading Book) y reducía la prociclicidad de los requerimientos de capital mínimos para riesgo de mercado. El SVaR debería ser calculado bajo las mismas

hipótesis y aplicando la misma metodología que el VaR regular. Sin embargo, hay una serie de excepciones a esta regla general recargo de capital por SVaR es reflejado en la volatilidad de un periodo continuo de 12 meses de estrés, así que el método de percentil ponderado no parecía tener sentido económico. Incluso si el VaR regular era calculado usando tal esquema, el backtesting no era requerido para el SVaR. No tenía sentido desde una perspectiva metodológica. El SVaR estaba sujeto a los requerimientos similares de test de uso del VaR ordinario.

La medida de SVaR intentaba replicar el cálculo de VaR que debería ser generado en una cartera, si los factores relevantes de mercado experimentaran un período de estrés. Debería estar basado en un horizonte temporal de 10 días, 99% confianza y datos históricos de un período continuo de 12 meses de estrés relevante (Montoro, 2011). El período de estrés debería ser aprobado por el supervisor y revisado regularmente. El periodo debería ser determinado en cada caso, siendo uno de los principales hitos de la implementación de esta medida. En este sentido se ha cuestionado si los bancos deberían usar diferentes períodos de estrés para diferentes tipos de negocio. Esto complicaría el proceso aún más ya, que sería necesario definir líneas de negocio en detalle y los bancos tendrían que agregar diferentes cálculos de VaR, si bien se deberían incluir en el SVaR los nuevos factores de riesgos y productos que han aparecido después de aplicar el periodo estresado por el banco.

Según el documento “Revisions to the Basel II market risk framework” (Anexo I) los bancos deberán calcular una medida de SVaR, definida como el VaR a 10 días al nivel de confianza del 99% y sobre una ventana temporal anual que recoja un periodo significativo

de estrés de los mercados relevante para la cartera del banco. La fórmula de cálculo de capital regulatorio por riesgo de mercado se verá modificada, pasando a ser la siguiente:

$$CR = \text{Max} (VaRDt, VaRDm60d \times (3 + Kr + Kc)) \times \sqrt{10} + \text{Max} (sVaRDt, sVaRDm60d \times (3 + Kr + Kc)) \times \sqrt{10} + IRC$$

↓
Recargo por Stressed VaR

Donde:

- VaRDt: VaR diario a la fecha de proceso del informe de capital regulatorio al percentil 99%.
- VaRDm60d: VaR medio utilizando una ventana de 60 días atrás desde la fecha de proceso del informe de capital regulatorio.
- sVaRDt: Stressed VaR diario a la fecha de proceso del informe de capital regulatorio al percentil 99%.
- sVaRDm60d: Stressed VaR medio utilizando una ventana de 60 días atrás desde la fecha de proceso del informe de capital regulatorio.
- 3: constante Basilea.
- Kr: “K regulatoria” en función del número de excepciones del backtesting (Backtesting de VaR, no se realizará un Backtesting de SVaR). Su valor se deriva de la Tabla 2.

Tabla 2: Recargo en la Kr en función del número de excepciones y clasificación zona de Backtesting

Número de Excepciones	Kr
≤ 5	0
5	0,4
6	0,5
7	0,65
8	0,75
9	0,85
≥ 10	1

Fuente: Comité de Basilea (1996)

- Kc: “K cualitativa” fijada por el regulador en función de las debilidades del modelo VaR.
- Raíz (10): Para reescalar tanto el VaR como el VaR Stressed a 10 días.
- IRC: Incremental Risk Charge. Recoge no sólo el riesgo de que el emisor haga default (incremental default risk), sino también el hecho de que el emisor vea su rating modificado.

El mencionado documento de Basilea recoge una frecuencia de cálculo al menos semanal. En un principio, el cálculo del SVaR Basilea propone considerar los movimientos de precios históricos en ambas direcciones.* *Firms should consider modelling valuation changes that are based on the magnitude of historic price movements, applied in both directions – irrespective of the direction of the historic movement.* Revision to the Basel II market risk framework”, BIS (2009b, p.14). Sin embargo la aplicación de esta regla para algunos escenarios de estrés podría llevar a que la composición y dirección de la cartera de negociación no diera resultados significativos. Para evitar esto, la regla sugería que se pudieran usar datos antitéticos o usar rendimientos absolutos, mejor que movimientos relativos en los factores de riesgo. Se propone, por tanto, un movimiento antitético donde los precios de los factores son considerados independientemente de su dirección. El SVaR debería reflejar las posiciones abiertas de riesgos que son vulnerables como variables estresadas. Sin embargo, en documentos posteriores, se decide no utilizar escenarios antitéticos, calculando el SVaR únicamente con los retornos de la ventana de “estrés” elegida.

2.8. IMPLICACIONES DE LA APLICACIÓN DEL SVAR

Respecto al recargo por SVaR, debido a la subjetiva naturaleza del periodo de 1 año “estresado” elegido, se abre un debate, ya mencionado, sobre si deberían los participantes de mercado usar diferentes periodos de estrés para diferentes líneas de negocio. Lo más lógico es que los bancos eligieran para cada negocio un periodo de estrés diferente, y después agregar los diferentes SVaR, pero el usar diferentes periodos por línea de negocio complicaría el cálculo de esta métrica.

Basilea sugería un período de un año entre los años 2007 y 2008 como ejemplo de un adecuado período de estrés, aunque otros periodos relevantes deben ser considerados. Finalmente, el Comité de Basilea determinó el concepto general, pero, aunque el modo está especificado, no es obvio si los bancos tienen que determinar un periodo de estrés que sea significativo para la cartera existente o si es sólo suficiente para calibrar usar algún periodo histórico que sea juzgado de “estresante”. Hay algunas interpretaciones de cómo establecer el periodo exacto para el SVaR. ¿Tomar cualquier periodo de estrés o hay que encontrar el peor periodo de todos los posibles periodos?

Otros apartados se refieren a cómo manejar los modelos para nuevos factores de riesgos y productos que han emergido en los periodos de estrés empleados por el banco, cómo manejar productos y los factores que ahora son relevantes pero no estaban presentes en el periodo de estrés elegido o cómo manejar nuevas divisas. La recomendación es que cuando no hay datos históricos disponibles para nuevos productos o factores de riesgos, los bancos

deberían adoptar “proxies” en un modo similar al que aplicarían con los modelos de VaR (Pengelly, 2010).

2.8.1. VENTANA HISTÓRICA EN EL CÁLCULO DEL STRESSED VAR

El SVaR se aplica a todos los riesgos, tipos de interés, materias primas, etc..., para todos los bancos que tienen aprobado por su supervisor el uso de modelos internos de Riesgos (BIS, 2011b). La intención de los requerimientos de SVaR es establecer un cargo en el capital del banco, que el modelo VaR generaría si el banco estuviera experimentando un periodo de estrés financiero relevante en la cartera. Las series utilizadas en el cálculo de SVaR deberían ser estables. Sin embargo, el periodo debe ser regularmente revisado por el banco y aprobado por el supervisor para asegurar que estas series representan un periodo de estrés financiero significativo relevante en la cartera del banco.

En Julio del año 2009, el BIS introduce, para las instituciones que empleen un modelo interno para el cálculo del capital requerido por riesgo de mercado en la cartera de negociación, adicionalmente a la cifra de capital regulatorio reportado, la cifra resultante de estimar el VaR de negociación considerando una ventana histórica de al menos 1 año, incluyendo los periodos de mayor estrés observado en los mercados financieros. La transposición a la Directiva Europea 2010/76/EU (CRD III) especifica que la ventana requerida tiene que ser exactamente de 12 meses consecutivos. Además, la Directiva requiere que se puedan realizar revisiones anuales de la ventana, así como la implementación de alertas que permitan un seguimiento de la métrica de SVaR. Este tipo de alertas pueden consistir en monitorizar las diferencias en el VaR calculado por método

percentil y el SVaR. En el caso de que $VaR > SVaR$ durante un número consecutivo de días, se analizará de nuevo la venta elegida para el SVaR.

Según señala el documento de la EBA de noviembre del año 2011, las instituciones deben tener procedimientos que aseguren que el periodo específico elegido para el SVaR es un periodo representativo. Estos procedimientos son importantes cuando las condiciones de mercado o la composición de las carteras han tenido cambios significativos. Los factores que deben ser considerados son: cambios en las condiciones de mercado, en las estrategias de trading o en la composición de la cartera. Estos cambios podrían ser analizados por cambios en los valores de mercado o nocionales, modificaciones de los factores de riesgo, en el nivel de VaR o sensibilidades, en la repartición del VaR o sensibilidades sobre las carteras o categorías de riesgo, en los resultados de la cuenta de pérdidas y ganancias y backtesting o también por el impacto sobre los perfiles de riesgos de nuevos productos aprobados.

El documento de la EBA señala también que se debe monitorizar las nuevas posiciones en el trading book que reducirían el SVaR. La identificación de estas posiciones deberá ser usada en la revisión del periodo de estrés. En lo referente al ratio entre SVaR y VaR en el momento de la identificación del periodo de estrés relevante, debería ser usado como un valor de referencia para la monitorización del proceso. Una significativa reducción en el ratio indicaría que el periodo de estrés debía ser revisado. En cuanto a la frecuencia de la revisión, este documento señala que debería estar en consonancia con la sofisticación de la monitorización de actividades que lleve a cabo la institución. Aquellas instituciones con

una monitorización muy sofisticada podrían tener una revisión regular con una frecuencia más baja que una institución que tiene un menor nivel de detalle en la monitorización.

La forma de implementación era ejecutar el VaR en simulación histórica sobre un periodo de estrés relevante. Sin embargo hay dos casos particulares donde podría ser inapropiado (BIS, 2011a):

- Para un periodo de estrés financiero (el cual podría ser indicado por volatilidades elevadas significativas) correspondiente a movimientos direccionales, que conducirían a que el banco hiciera dinero, basado en las carteras actuales. En estas circunstancias, podría ser apropiado aplicar los movimientos de los factores de riesgos correspondientes a movimientos direccionales, los cuales conducirían al banco a ganar dinero, basados en la cartera actual. En estas circunstancias, podría ser adecuado solicitar los movimientos de los factores de riesgos en ambas direcciones, lo cual es indicado por los datos históricos y la dirección opuesta (antitéticos) para asegurar que el periodo de alta volatilidad lleva a la cartera del banco.
- Para periodos estresados hay algunos factores de precios (como los spread o diferenciales de crédito) que tienden a tener valores absolutos más elevados. Así, un incremento en la volatilidad absoluta de estos factores podría no corresponder a incrementos significativos en volatilidades relativas (porque los niveles absolutos de los parámetros son también altos). Si los modelos utilizados por los bancos relativos a movimientos en los factores de precios, después del periodo relevante de estrés, se aplican al comienzo del periodo

(cuando los valores absolutos de los spreads de crédito son pequeños) podría no proporcionar una medida de VaR adecuada que refleje el VaR en un periodo de estrés.

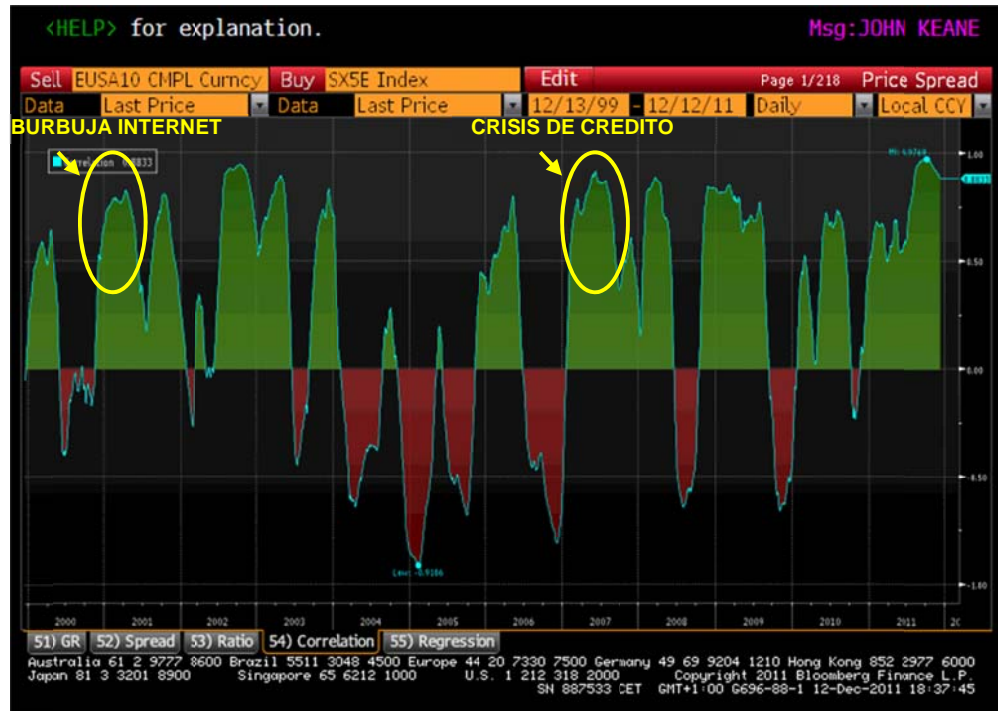
El banco debería considerar modificaciones en su modelo de VaR para tener en cuenta valores absolutos de movimientos que puedan ocurrir en tiempos de estrés.

Esto no significa que el banco necesite buscar un periodo diferente de 250 días o añadir otro periodo de 250 días cambiando el signo de los movimientos de factores de riesgos. Es necesario pensar inteligentemente sobre cómo trasladar los datos de 250 días de periodo de estrés a una medida de SVaR.

El periodo propuesto de crisis 2007/2008, según el regulador, reflejó adecuadamente un periodo de estrés. El mayor error sería analizar en el año 2008 la crisis de liquidez como un barómetro de lo que podría suceder otra vez. Montoro (2011) señala que la crisis 2007/2008 ha sido específica, muy diferente a otras y que, en años pasados, ha habido volatilidades mucho más altas en los tipos de interés (las mayores volatilidades se producen en el verano del año 2003) y también en la renta variable.

Durante periodos de crisis, la correlación entre renta variable y tipos de interés tiende a incrementarse. El SVaR trata de capturar el patrón de cambios en la correlación y cambios en las volatilidades. En la Figura 1 se puede ver la correlación entre el índice Eurostoxx y el tipo de interés 10 años del Euro.

Figura 1: Correlación entre Índice Eurostoxx y el tipo de interés 10 años del Euro



Fuente: Bloomberg

2.9. ESTUDIO DEL IMPACTO DE CAPITAL EN EL SVAR

Una vez aprobadas las medidas de Basilea (BIS 2011a), los impactos en el consumo de capital regulatorio por riesgo de mercado a partir de enero del año 2012 pasaron a calcularse como:

Impacto en el consumo de capital= $(m+b) \times VaR + (m+b) \times SVaR + IRC + STDSEC + STD$

Siendo las variables:

- VaR es la media del VaR a 10 días al 99% sobre los 60 últimos días (asumiendo que el VaR en el último día no es más grande que m veces la media del VaR).
- m es un factor determinado por el regulador con un mínimo de 3
- b es el recargo (add-on) en función de las excepciones backtesting (oscila entre 0 y 1).
- STD es la carga de capital de acuerdo a la aproximación estándar para carteras fuera del perímetro del modelo de VaR.
- IRC es la nueva medida incremental risk charge.
- SVAR es la nueva propuesta de Stressed VaR.
- STDSEC es la carga para las titulizaciones que, estando en el perímetro de trading book, consumirán como cartera de inversión o Banking book.

El Comité de Basilea (BIS 2010b) realizó un estudio de impacto cualitativo (QIS) para conocer el impacto de los nuevos requerimientos de capital, en cuanto al incremento de capital. Este estudio se llevó a cabo por los bancos individualmente, impulsado por los supervisores nacionales en una encuesta confidencial. Un total de 263 bancos de los 23 miembros del Comité participaron en el estudio. Se dividieron en 2 grupos, en el grupo 1 se incluyeron 94 bancos y en el grupo 2 un total de 169. En el grupo 1 se incluyeron aquellos bancos que tenían un nivel de capital 1 en exceso de tres mil millones de euros, están bien diversificados y son activos internacionalmente. El resto de bancos se incluyeron en el grupo 2. Los datos utilizados se referían al 31 de diciembre del año 2009. Se analizaron los datos referidos al impacto en la cartera de negociación o trading book por la implementación del SVaR, el Incremental Risk Charge (IRC) y titulizaciones.

La Tabla 3 muestra los cambios en los activos ponderados por riesgos atribuido a la introducción de Basilea III y separados en los siguientes apartados (BIS 2010b):

- Definición del capital: Esta columna mide los cambios en los activos ponderados por riesgos como resultados de los cambios propuestos en la definición de capital.
- Counterparty Credit Risk (CCR): Esta columna mide el incremento en el cargo de capital para el riesgo de crédito por contrapartida, y los incrementos en los cargos de capital que resultan de aplicar un mayor parámetro de correlación en el valor de los activos contra las exposiciones para las instituciones financieras bajo la aproximación de riesgo de crédito del IRB.

- Securitisation in the Banking Book (Sec BB): Esta columna muestra el incremento en la carga de capital para las titulizaciones en la cartera de inversión (Banking Book).
- Stressed VaR (SVaR): se muestra el impacto en los requerimientos de capital de la medida que el nuevo Stressed VaR tendrá en el trading book.
- Equity standard measurement methods (SMM): Esta columna muestra el impacto en los incrementos en la carga de capital para ciertas exposiciones de renta variable sujetas a la medida del método estándar en el trading book.
- IRC y Sec TB: se muestra el impacto del IRC en el cargo de capital y el incremento del capital por las titulizaciones mantenidas en el trading book.

Tabla 3: Cambios en los activos ponderados por riesgo, en porcentaje

	N	Overall	Def.de capital	CCR	Sec BB	SVaR	Equity SMM	IRC and Sec TB
Grupo 1	74	23	6	7,6	1,7	2,3	0,2	5,1
Grupo 2	133	4	3,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1

Fuente: BIS 2010b

En términos generales, según se observa en la Tabla 4, los cambios en los activos ponderados por riesgo se incrementan en un 23% para el grupo 1 y en un 4% para el grupo

2. En este impacto se incluye también el impacto por counterparty credit risk, titulizaciones en el banking book y el impacto de ciertas exposiciones de renta variable sujetas al método estándar en la cartera de negociación (trading book). El alcance del QIS incluye el SVaR, la carga de capital por IRC, los cargos de capital por exposiciones en titulizaciones, incluido el libro de trading de correlación. Los recargos de capital por titulizaciones que no estaban incluidos en la cartera de trading de correlación han sido calculados como la mayor de las cargas de capital por posiciones netas largas y posiciones netas cortas. Los cargos de capital medidos para la cartera de trading de correlación eran calculados usando un modelo de riesgo global (comprehensive risk model). Ello incluía el impacto del 8% como nivel mínimo de consumo de capital por el método estándar.

Tabla 4: Incremento en el Trading Book relacionado con las cargas de capital relativo a los requerimientos de Capital Global, Bancos Grupo 1, en porcentaje

	SVaR	Equity	Overall	IRC	SMM non- CTP	CRM	SMM	Prev. Charge
Promedio	2,6	0	6,9	1,5	4,4	1,7	0,2	-0,9

Fuente: BIS 2010b

Según se observa en la Tabla 4, el Stressed VaR en media incrementa los requerimientos de capital en un 2,6%. Sin embargo, hay una dispersión significativa de los incrementos en los bancos del grupo 1, con un máximo del 51,8% para uno de los bancos de la muestra. La

eliminación del preferencial 4% del riesgo ponderado para las exposiciones de renta variable (Equity) sujetas al método estándar, casi no tiene impacto en el grupo 1 de riesgos. El incremental y comprehensive risk, cargos de capital y los cargos de capital por las exposiciones en titulizaciones en la cartera de negociación o trading book contribuyen en media el 6,9% al incremento de los requerimientos de capital con un máximo de 112,3% para un banco. El IRC contribuye el 1,5%. El cargo de capital por non-correlation trading titulizaciones exposición de acuerdo al método standard (SMM non-CTP) contribuye en un 4,4%. El Comprehensive Risk model para las exposiciones en trading de correlación (incluida el floor, columna CRM), contribuye en un 1,7%. La medida del método estándar para las exposiciones de trading de correlación no incluidas en el modelo (SMM) contribuye en un 0,2%, y el cargo de capital previo, reduce el impacto de los cargos en 0,9%.

Tabla 5: Incrementos en Trading Book cargos de capital relativo s a los requerimientos de riesgos de mercado, Bancos del grupo 1

	SVaR	IRC	SMM-non CTP	CRM	SMM
Número de bancos	61	35	45	18	16
Mediana	51,7	28,8	17	25,5	8,2
Mínimo	8,5	1,2	0,2	5,6	2,3
Máximo	165,4	171,9	484,8	91,2	61,5
DesvEst	43,8	49,1	119,4	21,9	17,6

Fuente: BIS 2010

En la Tabla 5 se puede observar un resumen de los estadísticos referente a los nuevos requerimientos de capital por trading book comparado con los requerimientos de capital vigentes antes de su aplicación. Según el documento BIS (2010b) el SVaR fue en media un 248,7% del VaR calculado por los bancos para un periodo de no estrés. El periodo finalizaba el 31 diciembre del año 2006. El rango fue del 86,7% del más bajo al más alto 814,9% con una media de 207,2% y una desviación estándar de 141,7%.

El QIS, basado en cifras de finales del año 2008, encuentra que los bancos verían sus requerimientos de capital incrementados en un 11,5% como resultado de las nuevas reglas, con el capital por riesgo de mercado incrementándose una media de un 223,7%. Este incremento fue producido por el IRC, el cual establecía una carga explícita de capital contra el default y las migraciones de rating para los activos mantenidos en la cartera de negociación, resultando un incremento general del 6,2%. Otro 4,6% resulta de la introducción del riesgo de la carga de las retitulizaciones, que imponen requerimientos más altos de capital en estructuras de productos complejos, tales como CDO. Sin embargo, este incremento afectaba a pocos bancos, que tenían altas exposiciones a productos de retitulizaciones (Wood, 2009).

Sin embargo, el Comité discutió que el modelo de riesgo para las titulizaciones no era suficientemente fidedigno y específico, ya que esas posiciones serían excluidas de los modelos del IRC y sujetas a las cargas de capital del banking book basadas en los ratings de crédito. Los bancos de inversión se quejaron porque esto podría destruir el negocio del trading de correlación y podría conducir al mercado a deshacerse masivamente de

productos de titulización. En respuesta a estos posibles problemas, el Comité acordó permitir un modelo interno para el cálculo de los requerimientos de capital del trading de correlación, conocido como Comprehensive Risk Measure (CRM). La filosofía del CRM pretende la captura e inclusión en las mediciones de riesgo de mercado de una serie de factores no recogidos en el actual cálculo de VaR por modelo interno.

La adición del CRM al cómputo global de riesgo de mercado se articulaba calculando un recargo o “add-on” que agregue las distintas fuentes de riesgo explicitadas por Basilea (correlación implícita, tasa de recuperación, migración de rating, etc.) y sumando tal recargo al capital regulatorio obtenido a partir del VaR de mercado. El capital regulatorio para la cartera de negociación se incrementará por un mínimo de 3 veces los requerimientos de su capital, y este impacto será mucho mayor para muchas de las grandes firmas. Se preveía que el “flow business” o negocio de productos sencillos sufriría menos los incrementos que el negocio de derivados exóticos. Con el impacto agregado, los bancos con negocios menos exóticos tendrían menos impacto de capital que predijeron en el QIS y en aquellos con mayor proporción de negocio exótico el capital se incrementaría más que la media del QIS. Lo racional en relación a los cambios en el tratamiento de las titulizaciones, era prevenir a los bancos usando la cartera de negociación/cartera de inversión para un arbitraje regulatorio para el libro de titulizaciones, las cuales a menudo eran mantenidas durante largo plazo en la cartera de negociación con bajos consumos de capital. Las nuevas reglas podrían incentivar a tener las titulizaciones fuera de la cartera de negociación, en la cartera de inversión donde el riesgo diario y las técnicas de contabilización no se aplican.

2.9.1. CÁLCULO DEL SVAR PARA UNA CARTERA TIPO

Propuesta una cartera modelo, con los componentes que se indican a continuación, se presentan los resultados de VaR calculado con una ventana de 2 años por el método de percentil alisado (el periodo elegido es noviembre 2009-2011, véase Figura 1). Y se comparan con los resultados del Stressed VaR (1 día, 99%), calculado de la misma forma que el VaR (1 día, 99%) pero usando la ventana de estrés (septiembre 2008-Septiembre 2009) y sin considerar la opción de percentil ponderado.

Tabla 6: Comparación cálculo de VaR percentil, percentil ponderado y Stressed VaR

	VaR		SVaR	SVaR/VaR Percentile	SVaR/VaR Percentil Ponderado
	VaR percentil	VaR percentil ponderado	sVaR		
IRS paga fijo recibe flotante 100MM EUR nominal vto 10Y	-1.322.451	-1.342.884	-1.406.063	6%	5%
Posición de 100.000 Euros vega EurstoX	-151.268	-150.938	-145.466	-4%	-4%
Fut StoX50 (Compra 100MM) Euros	-5.990.626	-7.171.629	-9.108.614	52%	27%
FX EUR/USD, compra USD, 100MM EUR	-2.341.971	-1.767.487	-3.692.649	58%	109%
Compra CDS sobre ES 100MM EUR	-1.445.523	-1.110.314	-731.721	-49%	-34%
Total Cartera	-5.869.829	-6.581.616	-8.442.171	44%	28%

*Datos en EUR

Fuente: elaboración propia

Como se muestra en los resultados, en esta cartera tipo el VaR máximo es calculado por el método de percentil ponderado, 6,5 millones frente a los 5,8 millones calculados por percentil. El recargo por Stressed VaR es del 28% más de lo que actualmente tenía por VaR (respecto al método de percentil ponderado) y 44% más respecto al método percentil.

El factor de riesgo que más se incrementan en el Stressed VaR en porcentaje es el FX EUR/USD el incremento es de un 58% respecto al VaR percentil y un 109% respecto al VaR por percentil ponderado respectivamente. Como se puede observar en el caso de los derivados de crédito sobre España, el Stressed VaR es inferior al VaR actual de la cartera, debido a que el periodo actual refleja la máxima volatilidad de toda la serie histórica.

2.10. CRÍTICAS AL STRESSED VAR

Las metodologías de VaR aplicadas podrían funcionar bien en condiciones normales de mercado, pero no son capaces de tratar movimientos extremos durante periodos de Stressed (Montoro, 2011). El periodo de la crisis económica (2007-2008) llegó claramente a infraestimar el consumo de capital por riesgo de mercado debido a las pérdidas en condiciones de estrés. El SVaR representa principalmente un intento de los reguladores para aumentar la resistencia de los modelos de VaR bajo condiciones de estrés y reducir su potencial procíclico. El Comité de Basilea creía que los requerimientos de SVaR ayudarían a mejorar el carácter cíclico del capital mínimo regulatorio. De hecho, el período usado debía ser aprobado por el supervisor y regularmente revisado. Como ejemplo, para muchas carteras, un periodo de 12 meses de pérdidas significativas en los años 2007/2008 sería adecuadamente reflejado por tal estrés. Otros periodos relevantes debían ser considerados por el banco (Montoro, 2011). Se trataba de un intento por reflejar que, en las actuales condiciones de mercado, podrían no conducir a un cálculo ajustado del riesgo en unas condiciones del mercado más estresadas.

Por tanto, Montoro (2011) se pregunta si el VaR es realmente un mal indicador de lo que podría suceder durante futuros movimientos extremos del mercado, con mercados que no funcionen correctamente, ampliaciones de spreads crediticios en hedging de actividades y pérdidas que van más allá del VaR. Los principales riesgos de aplicar el VaR a un periodo estresado eran los siguientes (Lieng-Seng y Judy Lee, 1999)

- Correlaciones anormales en condiciones de estrés entre mercados: las correlaciones entre mercados pueden no mantenerse. Los mercados no permanecen aislados entre sí, debido a la velocidad de la información y al comportamiento del flujo de los inversores. Así, las correlaciones históricas no se cumplen y tienden a moverse a los extremos incluyendo +100% y -100%.
- Velocidad del shock de precios: el gap de los mercados y los movimientos de precios llegaban a ser discontinuos casi instantáneamente. Por lo tanto, las coberturas se rompen y ordenar la ejecución llega a ser difícil.
- Concentración: cuando se produce un shock en los mercados, este puede conducir a problemas en la concentración de activos.
- Súbitos decrecimientos en liquidez: todos los mercados pueden experimentar drásticas caídas en liquidez y algunos pueden ser ilíquidos.
- Apuestas de crédito y macroeconómicas: el incremento de posición de muchas carteras son apuestas en los spreads de crédito y de condiciones económicas favorables en un país o región. Las presiones en el valor de las divisas, tipos de interés y flujos de capital, y el empeoramiento de las condiciones económicas en un país o región pueden causar pérdidas espectaculares.
- Fallos en las técnicas de coberturas: varias turbulencias en los mercados pueden crear costes excesivos si hay dificultades en las coberturas y rebalanceos de posiciones.

Si el VaR es usado con supuestos de modelo, es crítico entender la limitación de todos los modelos usados y comprender la sensibilidad a los input, los cálculos y la metodología. Los

supuestos de los modelos deben ser estresadas incluyendo los siguientes aspectos (Lieng-Seng y Judy Lee, 1999):

- Creaciones e interpolaciones de las curvas: las curvas usadas para las valoraciones deben ser testadas en detalle. En aquellos mercados ilíquidos es importante realizar un Stressed en detalle.
- Valoración de modelos: los modelos usados para realizar la valoración de los productos deben ser estresados.
- Modelos usados para estrategias de trading y coberturas: estos modelos deben ser evaluados.
- Medidas de riesgo y capital económico: identificar la porción de los riesgos y medidas de capital que son dependientes de los supuestos de volatilidades y correlaciones.
- Volatilidades: evaluar las volatilidades históricas usadas en los modelos, cómo de cercanas a éstas son las volatilidades implícitas, cuál es el impacto en la valoración de la cartera y las medidas de riesgo.
- Correlaciones: qué sucede si las correlaciones son diferentes de las históricas. Hay que realizar el estrés de las correlaciones con movimientos opuestos a las correlaciones utilizadas si estas son diferentes a las históricas.

Por todo lo expuesto, se deben tener en cuenta las limitaciones del SVaR al utilizar movimientos extremos durante periodos de estrés.

2.11. USO DEL STRESSED VAR

Aunque las nuevas reglas de Basilea III fueron implementadas por fases entre enero del año 2013 y enero de 2019, la carga de capital por SVaR fue introducida como parte de Basilea 2.5 en diciembre del año 2011. Examinando los periodos de estrés del mercado en el contexto del VaR, los supervisores crearon una carga que le faltaba consistencia. El VaR representa la pérdida esperada sobre un periodo dado, asumiendo mercados normales y sin actividades trading. Por lo tanto, es un mal indicador de lo que podría suceder durante un periodo de estrés de mercado, donde los mercados no tienen un funcionamiento normal, existe iliquidez en el precio de los activos y las pérdidas van más allá de la cifra de VaR.

La inclusión del SVaR como parte de Basilea 2.5 es parte de continuos esfuerzos para usar el VaR para investigar el riesgo de la cola. El problema es que en las colas de la distribución no existen suficientes datos (Pengelly, 2011). El uso del VaR mantiene importantes ventajas para el regulador, puesto que es un método que ya usan los bancos, así que la medida en sí misma implica pocos cambios en el modelo. La parte complicada en la introducción del SVaR era identificar un periodo de estrés de mercado histórico que fuera adecuado. El Comité de Basilea expuso que “se elegirá un periodo de 12 meses con pérdidas significativas entre 2007/2008 que reflejen adecuadamente un periodo de estrés, añadiendo otros periodos relevantes que deben ser considerados por el banco”. Esto podía conducir a que los bancos podrían ejecutar los modelos de VaR continuamente para encontrar las ventanas apropiadas de estrés de mercado, con lo que podría ser una carga computacional importante en cuanto a los cálculos.

El Comité de Basilea no dejó claro con qué frecuencia los bancos serían requeridos para asegurar que ellos están usando el periodo correcto de estrés. Si los reguladores demandan a los bancos elegir un periodo histórico frecuente, el consumo computacional se incrementaría. Peor sería si los supervisores requirieran a los bancos el uso de escenarios de estrés diferentes para diferentes entidades legales o unidades operativas (Pengelly, 2011).

Uno de los errores más ampliamente reconocidos del SVaR es que da incentivos a los bancos para cubrir exposiciones de riesgos que han supuesto pérdidas en los movimientos pasados de mercado. Sin embargo, las próximas crisis serán totalmente diferente a las pasadas crisis, con lo que es imposible predecir el consumo de capital adecuado de capital. Sin embargo, la carga por SVaR ayuda a conseguir que el capital de los bancos sea menos procíclico.

En cuanto a los efectos potenciales de la introducción del SVaR Montoro (2011), señala los siguientes:

- Doble consumo, al consumir capital por VaR y SVaR: esta nueva carga de capital basada en el SVaR podría ser un problema a la hora de su implementación en los bancos.
- El regulador ha implementado el SVaR como una herramienta para remediar las limitaciones del VaR.
- La naturaleza procíclica de los requerimientos de capital basados en VaR podría inducir a comportamientos diferentes de los bancos y al exacerbamiento del ciclo económico. Si bien es cierto que la carga de SVaR ayudaría a que el capital de los

bancos sea menos pro cíclico, objetivo de los supervisores desde las recientes crisis, se han incrementado los pluses de factores en la confianza del backtesting.

- Los bancos podrían incentivar sus modelos hacia cargas de capital mínimas regulatorias y los modelos de VaR no se tomarían en cuenta.
- Cuando todos los bancos siguen unas reglas basadas en VaR, las instituciones financieras podrían estar incentivando actuar uniformemente en períodos de “booms” económicos y quiebras. Esta tendencia podría crear inestabilidades endógenas en activos de mercado que no están típicamente incluidas cuando los bancos miden individualmente los riesgos de su cartera de negociación.
- El SVaR incentiva a los bancos para cubrir sus exposiciones de riesgos que podrían ser calamitosas durante las pasadas crisis.
- Con varias cargas de capital SVaR en cartera de negociación, reducir capital regulatorio será un ejercicio más difícil para los bancos en el futuro.
- Incrementos en los requerimientos de capital en las actividades de los libros de trading podrían tener la consecuencia de reducir la liquidez de mercado, haciendo para algunos participantes no rentables la actividad de negociar en algunos mercados.
- El incremento de los requerimientos de capital para el trading book acelerarán la dificultad del proceso de desapalancamiento que está bajo el sistema bancario.
- Con la introducción del SVaR se podría dañar tipos de actividades de trading que no han contribuido a que la crisis, incluso los bancos cuyas actividades están compuestas principalmente de posiciones liquidas, derivados simples (vanilla) e instrumentos financieros homogéneos.

El debate sobre la relevancia del VaR continúa, con los reguladores y los bancos dudando si es útil como un requerimiento regulatorio y como una herramienta de uso interno de riesgos. Algunas de sus limitaciones son bien conocidas como que no da una medida del tamaño de las pérdidas en la cola de la distribución y también tiene dificultad para predecir los efectos de liquidez reducida. El VaR no puede diferenciar entre activos y mercados líquidos o ilíquidos, y falla en los mercados ilíquidos. El problema es que, cuando la liquidez desaparece, los datos también desaparecen. La correlación positiva entre la disponibilidad de los datos y la liquidez de la cartera hace que un VaR ajustado por liquidez sea una medida difícil de calcular (Campbell, 2011). En la Tabla 7 se pueden ver las diferencias entre ambas medidas:

Tabla 7: Diferencias entre VaR y SVaR

	VaR	SVaR
Horizonte temporal	1 día/10 días	1 año
Consideración liquidez	N/A	Incluida
Series temporales	Recientes	La peor serie
Correlación volatilidad	Estática	Estocástica
Jump To Default Risk	No incluida	Incluida

Fuente: Berner (2010)

Los bancos son conscientes de los escollos del VaR. Para los propósitos de reparto de capital, muchos usan una medida de VaR escalado, matemáticamente extendida o escalando

el VAR para cubrir un periodo más largo y conservador (por ejemplo, cambiar un VaR 99% a 1 día por un VaR de 30 días al 99,8%). Muchos otros bancos también añadirán un test de estrés en aquellas carteras donde creen que los mercados son demasiados poco profundos para dar una cifra de VaR (Campbell, 2011).

2.12. ¿FUNCIONA EL VAR EN PERÍODOS DE CRISIS?

Los modelos de VaR han sido criticados por su comportamiento durante la crisis financiera. La volatilidad de varios activos saltó a niveles sin precedentes entre los años 2007 y 2008, donde muchos bancos reportaron un incremento importante en el número de excepciones en el VaR. El número de salidas de backtesting se incrementó significativamente. En Alemania, por ejemplo, hubo 120 salidas en los 15 bancos con modelo Interno aprobado, según señala Karsten Stickelman, miembro del grupo de Banking and Financial Supervision Bundesbank. Los críticos dicen que los modelos de VaR son incapaces de anticipar y medir el impacto de movimiento extremos en las carteras, dando lugar a un récord de pérdidas para el sistema financiero (Contreras, 2010). El VaR ha permitido a los bancos apalancarse en activos tóxicos, en su papel como mecanismo regulador para el consumo de capital. El VaR en este caso no registró de forma correcta el verdadero riesgo que se estaba asumiendo, indicando que las posiciones acumuladas en activos tóxicos (como las hipotecas basuras y los productos estructurados surgidos a partir de éstas) no tenían demasiado riesgos. En consecuencia, por esas actividades los bancos tenían un consumo limitado de capital. Esta situación animó a los bancos a realizar trading sobre estas actividades, lo que permitió niveles de apalancamiento de la carga de capital respecto a las posiciones de trading registradas en el balance totalmente desorbitado.

Según indica Contreras (2010) sobre el VaR de varios bancos de inversión se observa que según avanzaba la crisis de 2007- 2008, los modelos de VaR con un grado de confianza del 99% reportaron un excesivo número de excepciones. La mayoría de los bancos utilizan VaR

por simulación histórica. Este modelo afronta el reto de equilibrar una exacta descripción de las colas de la distribución y la naturaleza condicional de la volatilidad. Una amplia ventana histórica hace más probable la captura de los eventos extremos que forman las colas de la distribución. Por el contrario, una ventana histórica corta, escenarios ponderados y una frecuente actualización de los datos (diariamente), dan una mayor probabilidad para capturar la volatilidad predominante.

En realidad, los bancos no suelen usar una ventana histórica de más de 2 años. Este periodo estaba caracterizado por una baja volatilidad, no conteniendo esta ventana histórica escenarios con grandes saltos en volatilidad. Por lo tanto, al no haber escenarios con volatilidad alta en la ventana, a la hora de calcular el VaR, éste ofrecía valores bajos.

Los modelos de simulación histórica tienen difícil capturar movimientos amplios en los precios y volatilidades de productos nuevos o ilíquidos, tales como CDO y MBS subprime. Esto se debía principalmente a que no había o eran pocos los datos históricos existentes. Si los bancos no actualizaban sus conjuntos de datos con frecuencia (diariamente), o pesaban más las observaciones más recientes, la cifra de VaR incorporaría los movimientos de mercados con un retraso significativo.

Adicionalmente, los modelos de simulación histórica no capturaban la naturaleza condicional de la volatilidad, común en los mercados financieros. Esto es problemático ya que la volatilidad condicional podría causar una agrupación en las excepciones del VaR, como aparentemente ocurre en este periodo de crisis, limitando la capacidad predictiva del modelo y la seguridad del backtesting (Contreras, 2010).

El VaR se basa en determinadas premisas como, por ejemplo, la liquidez de los mercados en los periodos de crisis. Esto incluye la noción de que todas las posiciones pueden ser liquidadas o cubiertas en un periodo de tiempo, donde los precios no son afectados, si las firmas liquidan sus posiciones y esta variación de precios está explicada por la volatilidad (cuando no es cierto, ya que en la crisis 2007-2008 la actividad de trading cesó para el crédito estructurado y la liquidación de posiciones provocó una caída de precios). Hay saltos discretos en la caída de los spread de crédito y en los tipos de interés, que conducían a una variación en los precios más allá de aquellos capturados por la volatilidad sola (Contreras, 2010).

Los modelos utilizados en el cálculo del VaR simplemente no están diseñados para capturar la mayoría de los riesgos que han emergido durante la crisis financiera, como movimientos extremos, riesgo de concentración y liquidez. El VaR está equipado para medir riesgos normales (no demasiado lejos en la cola) en condiciones normales de mercado (aquellos que son adecuadamente explicados por la volatilidad). Si el modelo es flexible para adaptarse rápidamente a los cambios en las condiciones de mercado, la cifra de VaR será muy eficiente, y es una medida muy clara, precisa y fácil de entender por los responsables del negocio. Las limitaciones estructurales del VaR, tales como su incapacidad para la diversificación de beneficios y para estimar hechos extremos, pueden ser paliados con la aplicación de herramientas complementarias tales como expected shortfall y límites en la concentración y estrés test (Contreras, 2010).

CAPITULO 3. RECUPERACIÓN ECONÓMICA, BASILEA III Y PROPUESTAS DE MEJORA COMO PARÁMETROS DE CONSUMOS DE CAPITAL: EXPECTED SHORTFALL

3.1.BASILEA III Y LA REGULACION DE LA INDUSTRIA BANCARIA

La problemas de las hipotecas *subprime* producidas en el verano del año 2007, que sembró la desconfianza entre las entidades financieras de todo el mundo, puso de manifiesto el fracaso de la regulación vigente en ese momento, Basilea II. Los esfuerzos reguladores para medir los riesgos bancarios habían sido en balde y muy pronto se vio la necesidad de reelaborar las definiciones y exigencias en materia de recursos propios (Moreno, 2010). De hecho, esa crisis puso a prueba la calidad del capital y mostró que en situaciones de estrés financiero algunos de sus elementos tenían una capacidad limitada de absorción de pérdidas (Alvarez, 2010).

Después de que la crisis financiera internacional alcanzara su punto más álgido con la quiebra de Lehman Brothers, el 15 de septiembre del año 2008, y ante el consenso en la industria de la necesidad de mejorar la supervisión del sistema financiero, se debatieron en organismos y foros internacionales (G-20, Comité de Basilea, FSB, CEBS, etc...) una serie de cambios que se tradujeron en lo que se ha venido denominando como Basilea III. Basilea III supone una revisión profunda de la regulación prudencial conocida como Basilea II, que se acordó a nivel internacional en el año 2004 y que en la UE estuvo vigente hasta el año 2008, y nació como respuesta al mandato del G20 para mejorar la calidad,

consistencia y transparencia de los requisitos de capital, introducir incentivos claros para evitar la toma excesiva de riesgos y establecer estándares de liquidez y financiación (Alvarez, 2010). Basilea III intenta estandarizar al máximo las definiciones de capital. Esta necesidad de fortalecer la regulación del sistema financiero se tradujo en (Management Solutions, 2010):

- Un incremento de la cantidad y calidad del capital y el intento de mitigar la prociclicidad.
- Mayores requisitos de control y gestión del riesgo de liquidez.
- Mayor convergencia y estándares globales de contabilidad.
- Reformas de las prácticas de retribución de la alta dirección.
- Ampliación del alcance de la supervisión.
- Exigencia de requisitos adicionales a los mercados de derivados OTC.
- Consideración de requisitos adicionales para las instituciones de importancia sistémica (“moral hazard”).
- Aumento de la lucha contra jurisdicciones no cooperativas.

Otras cuestiones que durante la crisis quedaron de manifiesto y cuyo tratamiento fue revisado en los acuerdos de Basilea III fueron las siguientes (Garcia-Lozano, 2009):

- Los requerimientos de capital de la cartera de negociación.
- El tratamiento y gestión del riesgo de liquidez.
- El marco de titulización.
- El efecto de los ciclos positivos y negativos.

Por lo tanto, se destacaba como objetivo de Basilea fortalecer las condiciones de solvencia y liquidez de las entidades bancarias para superar los efectos y los fallos derivados de la crisis financiera, sin poner en peligro la recuperación económica. Para ello, se proponían una serie de medidas (Berges y Valero, 2010):

- Se produce un incremento de las exigencias de capital (sobre todo en calidad), con un calendario de implantación dilatado y con unas contingencias que permitirán grados de flexibilidad en función de la evolución económica de cada país.
- El coeficiente de solvencia tradicional no varía, pero sí varía su composición, exigiendo mayor calidad a dichos recursos en términos de aplicarlos a las posibles pérdidas de la entidad.
- Como novedad se establece un colchón de conservación de capital, que no forma parte de las exigencias regulatorias mínimas, y puede reducirse en épocas de crisis para absorber posibles pérdidas. Su incumplimiento daría lugar a restricciones en la distribución de los beneficios de las entidades o en los bonus de sus directivos.
- Como complemento al colchón de conservación de capital, cuando se registre un crecimiento del crédito que pueda considerarse excesivo, este colchón se verá suplementado temporalmente por otro de carácter contracíclico, siendo su valor fijado por cada país.
- Se establecía un ratio de apalancamiento no basado en el riesgo y que incluye posiciones fuera de balance.
- Adicionalmente se podían exigir cargos adicionales de capital para aquellas entidades que sean relevantes en el contexto del sistema financiero.
- En el ámbito de liquidez se establecen dos ratios de cobertura:

a) El Ratio de Cobertura de Liquidez (RCL): orientado a promover la capacidad de recuperación a corto plazo (1 mes), para asegurar que una Entidad dispone de activos de alta calidad para hacer frente a un escenario de estrés especificado por el supervisor.


b) Ratio de Financiación Neta Estable (RFNE): orientado a promover la capacidad de recuperación en un horizonte temporal de largo plazo, incentivando a las Entidades a buscar fuentes de financiación más estables.

Todos estos requisitos se deben cumplir en un horizonte temporal que abarca desde el año 2013 al año 2019. En la Tabla 8 se muestra un cuadro de nuevas reglas para la banca en el acuerdo de Basilea III:

Tabla 8: Aplicación temporal prevista para Basilea III

Basilea III: disposiciones transitorias
(todas las fechas se refieren al 1 de enero)

Comité de Supervisión Bancaria de Basilea
BANCO DE PAGOS INTERNACIONALES



	Fases	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Capital	Coefficiente de apalancamiento	Aplicación en paralelo 1 ene 2013 – 1 ene 2017 Divulgación a partir de 1 ene 2015					Integración en el Primer Pilar	
	Coefficiente mínimo de capital ordinario	3,5%	4,0%	4,5%				4,5%
	Colchón de conservación de capital				0,625%	1,25%	1,875%	2,5%
	Coefficiente mínimo de capital ordinario más colchón de conservación	3,5%	4,0%	4,5%	5,125%	5,75%	6,375%	7,0%
	Deducciones transitorias sobre el CET1*		20%	40%	60%	80%	100%	100%
	Coefficiente mínimo de capital de Nivel 1	4,5%	5,5%	6,0%				6,0%
	Coefficiente mínimo de capital total			8,0%				8,0%
	Coefficiente mínimo de capital total más colchón de conservación		8,0%		8,625%	9,25%	9,875%	10,5%
	Instrumentos que dejan de admitirse como capital de Nivel 1 no ordinario o de Nivel 2		Eliminación progresiva a lo largo de un horizonte de 10 años a partir de 2013					
Liquidez	Coefficiente de cobertura de liquidez – requerimiento mínimo			60%	70%	80%	90%	100%
	Coefficiente de financiación estable neta						Introducción de estándar mínimo	

* CET1: capital ordinario de Nivel 1. Las deducciones incluyen importes por encima del límite para activos por impuestos diferidos (DTA), derechos de servicio de créditos hipotecarios (MSR) e inversiones en instituciones financieras.
 --- Periodos de transición

Fuente: BIS (2015b)

El hecho de que las exigencias de capital sean bastantes dilatadas en el tiempo fue acogido favorablemente por los mercados bursátiles que temían que un calendario más apretado pudiera provocar un aluvión de emisión de acciones a corto plazo, con la lógica presión a la baja sobre los precios de las acciones (Berges y Valero, 2010):.

3.2. RESUMEN DE LAS MODIFICACIONES INTRODUCIDAS EN BASILEA III

La base de las modificaciones introducidas en Basilea III gira en torno a dos ejes:

- Fortalecimiento del marco de capital global: centrándose en dos aspectos (Management Solutions 2010):
 - Mejora de la base de capital a través de tres medidas:
 - Incremento de la calidad, consistencia y transparencia de los recursos propios (base de capital), con el objetivo de mejorar su capacidad para la absorción de pérdidas.
 - Exigencia de un mayor nivel de capital (colchón de capital). Este colchón se constituiría en épocas de crecimiento económico para poder estar disponible en épocas de crisis económica. El objetivo de estas medidas es reducir la prociclicidad de los requerimientos de capital.
 - Se incluye un nuevo ratio de apalancamiento como medida adicional a los actuales ratios mínimos de capital.
 - Mejora la cobertura de riesgos: mediante una revisión del marco de Basilea II, introduciendo modificaciones en los tres pilares.
- Introducción de un estándar de liquidez internacional: con el fin de mejorar los procesos, sistemas de gestión, control y medición de este riesgo.

En las siguientes subsecciones se detallan las mejoras relacionadas con la base de capital.

3.2.1. MODIFICACIONES EN LA REGULACION DE CAPITAL

El Comité establecía en el documento de Basilea III (2010a) las mejoras en la base de capital mediante el incremento de calidad de los recursos propios. Por ello, el Comité elimina de los recursos propios computables aquellos componentes que no sean capaces de absorber pérdidas en el caso de materializarse los riesgos asumidos. La estructura de recursos propios computables debe evolucionar de la siguiente manera (Management Solutions, 2010):

- Tier I (hábil para absorber pérdidas en situación de empresa en funcionamiento, conocido en el mercado por ‘going concern’): se estipulan como componentes básicos del Tier I el capital ordinario y las reservas y se limitan sus componentes adicionales.
- Tier II (hábil para absorber pérdidas cuando entra en liquidación, conocido como ‘gone concern’): se simplifica su composición admitiéndose sólo instrumentos subordinados y con un vencimiento original de, al menos, cinco años. En los últimos cinco años se iría reduciendo linealmente su reconocimiento como recursos propios.
- Tier III: se elimina esta tipología inicialmente orientada a respaldar el riesgo de mercado.

Adicionalmente el Comité propone una reestructuración de los límites aplicables: por un lado elimina la actual restricción de que el Tier II no puede exceder el importe del Tier I y por otro:

- Establece un mínimo del 4,5% para el total del capital ordinario sobre los activos ponderados por riesgo (RWA), del 6% para el total de Tier I y del 8% para el total de capital (este porcentaje no varía respecto a Basilea II).
- Fija que el componente principal del Tier I debe ser el capital y las reservas (common equity) y sobre el que se aplican los ajustes regulatorios siguientes (Management Solutions, 2010)
 - Deducción parcial de los minoritarios en el capital ordinario.
 - Deducción de los DTAs (créditos fiscales) por bases imponibles negativas y establecimiento de límites máximos a los DTAs por diferencias temporales y participaciones financieras significativas (10% individual y 15% agregado).
 - Resto de deducciones del capital ordinario sin cambios (autocartera, fondo de comercio, intangibles, participaciones financieras < 10%, defecto provisiones sobre pérdida esperada...).

Dentro de los requisitos de divulgación para mejorar la transparencia del capital regulador y reforzar la disciplina de mercado, el Comité establece entre otros: la conciliación completa de todos los elementos del capital regulador en el balance reflejado en los estados financieros auditados; la identificación de todos los ajustes regulatorios; la descripción de

los límites mínimos y máximos exigibles; y la descripción de las principales características de los instrumentos de capital emitidos.

Otra de las modificaciones introducidas en el documento de Basilea III (2010a) es la creación de un nuevo ratio que trataba de medir el nivel de apalancamiento de las entidades como proxy de “toma excesiva de riesgos”. El nivel máximo de dicho ratio se fija en un 3% a lo largo de todo el periodo de monitorización interna, que comprende desde el 1 de enero de 2013 al 1 de enero de 2017, por parte del supervisor. Su cumplimiento, una vez finalizado el periodo de calibración, será obligatorio a partir del año 2018.

En cuanto a las medidas a introducir para reducir la prociclicidad de los requerimientos de capital, el Comité establece que “los bancos estarán sujetos a un colchón anticíclico que oscila entre el 0% y el 2,5% de los activos totales ponderados por riesgo. El colchón aplicable a cada banco reflejará la composición geográfica de su cartera de riesgo de crédito. Los bancos han de alcanzar el nivel del colchón con capital Ordinario de Nivel 1 u otro capital que permita la completa absorción de pérdidas o estar sujetos a las restricciones sobre la distribución de beneficios expuestas en la sección siguiente”. Este colchón se aplicará gradualmente, a la par que el colchón de conservación del capital, entre el 1 de enero de 2016 y finales de 2018, para entrar plenamente en vigor el 1 de enero de 2019, lo cual significa que el requerimiento máximo de colchón anticíclico comenzará a aplicarse en el 0,625% de los RWA el 1 de enero de 2016 y se incrementará cada año en 0,625 puntos porcentuales hasta alcanzar su nivel definitivo del 2,5% de los RWA el 1 de enero de 2019.

La Tabla 9 muestra los coeficientes de conservación que debe cumplir un banco dados distintos niveles de capital Ordinario de Nivel 1, si el banco está sujeto a un requerimiento de colchón anticíclico del 2,5%.

Tabla 9: Normas mínimas de conservación de capital para un banco que este sujeto a un requerimiento del colchón anticíclico del 2.5%

Normas mínimas de conservación de capital para bancos individuales	
Capital Ordinario de Nivel 1 (incluido otro capital que permita la completa absorción de pérdidas)	Coeficientes mínimos de conservación de capital (en porcentaje de beneficios)
En el primer cuartil del colchón	100%
En el segundo cuartil del colchón	80%
En el tercer cuartil del colchón	60%
En el cuarto cuartil del colchón	40%
Por encima del máximo del colchón	0%

Fuente: BIS (2010 a)

Por último, además de cumplir los requerimientos de Basilea III, las instituciones financieras de importancia sistémica (SIFI) debían y deben contar con una mayor capacidad de absorción de pérdidas, para reflejar así el mayor riesgo que comportan para el sistema financiero. La absorción de pérdidas suplementaria se basará en un requerimiento progresivo de Capital ordinario de Nivel 1 (CET1) de entre el 1% y el 2,5%, en función de la importancia sistémica del banco en cuestión. A los bancos que presenten el máximo recargo de SIB se les puede aplicar un 1% adicional de absorción de pérdidas para

disuadirles de aumentar significativamente su importancia sistémica en el futuro.
(Reformas del Comité de Supervisión Bancaria de Basilea - Basilea III 2015a)

3.2.2. MEJORAS EN EL MARCO DE BASILEA II: RIESGO DE MERCADO

Como hemos visto en el anterior capítulo, el Comité también incrementa las exigencias de capital de la cartera de negociación. Este recargo viene por la aplicación del SVaR (Stressed VaR), por el cargo de capital por riesgo incremental (IRC) y por un tratamiento más prudente de las posiciones ilíquidas. De este modo, se incrementan los requerimientos de capital, siendo los más relevantes los siguientes (Management Solutions 2010):

- Método Estándar: se añade el tratamiento de la cartera de negociación de correlación (“correlation trading portfolio”), que incorpora la exposición a titulizaciones y derivados de crédito de tipo n-th-to-default (cestas de correlación de crédito) que cumplan una serie de requisitos.
- Modelo Interno:
 1. Stressed VaR: adición de un recargo basado en un VaR estresado (multiplicado por el mismo factor que el VaR), calculado con un nivel de confianza del 99%, horizonte temporal de 10 días y calibrado a partir de una serie histórica de 12 meses, y que refleje un periodo de inestabilidad financiera relevante para la entidad.
 2. Cargo de Capital por Riesgo Incremental (IRC) por riesgo de migración y riesgo de default, con un nivel de confianza del 99,9% y un horizonte temporal de 1 año, teniendo en cuenta los diferentes horizontes de liquidez

de las posiciones (con un suelo de 3 meses). Se considerarán también los efectos de la liquidez y concentración.

3. Recargo para la cartera de negociación de correlación: ‘Comprehensive Risk Measure’.

- Posiciones ilíquidas: Se exigen procedimientos para calcular ajustes a la valoración de posiciones poco líquidas (como por ejemplo el tiempo necesario para cobertura, spread oferta –demanda, etc.).

3.3. CONCLUSIONES DE BASILEA III

Basilea III supone un hito en el diseño de la nueva arquitectura financiera internacional, con el objetivo de exigir más capital y mayor calidad a las entidades para hacerlas más resistentes a futuras crisis financieras (Abascal M, 2010). De hecho, en base a Basilea III, el Comité está definiendo el perfil de las nuevas entidades, es decir: se requieren entidades con más capital, más liquidez y menos apalancadas. Con lo que se pretende evitar de nuevo las grandes deficiencias en el sistema financiero que detonaron las crisis financieras. El objetivo es precisamente multiplicar los requerimientos que deben cumplir las entidades para inmunizarlas frente a futuras crisis y prevenir las consecuencias que éstas han tenido: más de 1 billón de dólares en rescates públicos a la banca, desaparición de millones de puestos de trabajo en todo el mundo y un deterioro de las finanzas públicas como consecuencia de los planes de apoyo a la banca y a la economía que incluso está poniendo en tela de juicio la solvencia de algunos estados (Martinez y del Pozo, 2010).

En Basilea III se está exigiendo a las entidades financieras formar, durante períodos de expansión coyuntural, unas reservas de capital para hacer frente en la fase contractiva del ciclo al aumento del riesgo de morosidad, sin tener que reducir la prestación de créditos. Se subsana así una deficiencia de Basilea II, su efecto procíclico. Otro objetivo de la nueva norma de capital es alentar a las entidades a que apliquen criterios de prudencia en sus operaciones y responsabilizar a los propietarios (accionistas, autoridades públicas) de sufragar eventuales pérdidas, antes de recurrir a los contribuyentes para evitar la caída de la entidad financiera (Donges, 2010). En cuanto al capital se propone mejorar la calidad de los

recursos, aumentar las cargas de capital de actividades con más riesgo (posiciones en la cartera de negociación, la titulización y las que generan riesgo de contrapartida) y armonizar internacionalmente las definiciones y cálculos para que el mercado pueda conocer y comparar la situación de solvencia de las diferentes entidades.

Adicionalmente, el incentivo de los bancos a crecer ilimitadamente, el adquirir importancia sistémica y el obtener de este modo la protección implícita del estado (el famoso “too big too fail”), será menor de lo que es actualmente. Una deficiencia de Basilea III es que no se había regulado la cuestión de cómo gestionar grandes bancos internacionales. Para los bancos que sobrepasan un determinado tamaño, se debería definir un recargo sobre el requisito de capital de Basilea III en concepto de “riesgo sistémico global”. Además habría que crear un mecanismo regulatorio de quiebra de este tipo de bancos que en casos de emergencia sean aplicados en todos los países (Donges, 2010.) Uno de los objetivos regulatorios en 2015 es conseguir un acuerdo sobre los requerimientos de absorción de pérdidas de entidades sistémicas en caso de resolución, Total Loss- absorbing capacity (TLAC).

Todos estos cambios normativos suponen un reto y causan incertidumbre en las entidades sobre el impacto que puedan llegar a tener (Abascal, 2010):

- El aumento de la calidad del capital exigido, aunque el capital total permanece estable en el 8% de los activos ponderados por riesgo, puede producir un impacto negativo en la economía principalmente a través del canal de crédito .

- El aumento del periodo de transición hacia la nueva normativa ha contribuido a la buena acogida del mercado. Sin embargo, la gran reforma pendiente es la transparencia y simplicidad. Se gana en resistencia, pero aparecen nuevos conceptos como capital contingente convertible, lo que supone más complejidad y menos comprensibilidad.
- Otros puntos que causan preocupación a la industria bancaria son (Alvarez, 2010):
 - Se impone a las entidades aumentar la concentración de sus carteras líquidas en determinados activos, especialmente deuda pública, lo que podría producir una excesiva concentración.
 - Puede llegar a limitar la capacidad de transformación de plazos de la banca, pues puede suponer tener que financiar a largo plazo préstamos a corto plazo.
 - Penaliza la banca comercial al otorgar un peor tratamiento a los préstamos a clientes minoristas frente a los corporativos, y a los préstamos frente a los bonos.

3.4. INTRODUCCION AL EXPECTED SHORTFALL

La introducción del VaR fue uno de los mayores avances en la medición de riesgos. Sin embargo, uno de los problemas de la crisis ha sido que no se conocían las limitaciones del VaR y no se complementaban su análisis con medidas de test de estrés financiero. Según (CSBB, 2012: p. 17) “ el carácter procíclico de los requerimientos de capital basados en el VaR, estimados con datos históricos recientes, y las numerosas y voluminosas excepciones al backtesting observadas durante la crisis, permitieron entender la preocupación desde el ámbito regulatorio por la continua dependencia del VaR“.

La dependencia actual del marco respecto del VaR se explica, en parte, por los precedentes históricos y por las prácticas habituales en el sector, que se ha ido reforzando con la exigencia de utilizar el VaR para fines de capital regulatorio.

Después de la crisis del año 2008, el comité de Basilea revisó la regulación sobre riesgo de mercado para tener en cuenta posibles eventos extremos .

El comité argumentaba que el ES o también denominado Conditional VaR (CVaR) sí que tenía en cuenta el riesgo de la cola de la distribución de una manera sencilla. Esta característica se une a las limitaciones del VaR, especialmente que no es subaditivo en todos los casos.

Por esos motivos, el Comité de Basilea, en su documento “Revisión Fundamental de la cartera de Negociación” (2012), propuso reemplazar el VaR (medida usada desde el año

1996 para el cálculo de los requerimientos de capital) por el ES. Este nuevo cálculo que todavía se encuentra en definición por parte del Comité, utilizará el ES al incorporar el riesgo de cola en el cálculo del capital regulatorio por riesgo de mercado.

3.5. PROPIEDADES MEDIDA DE RIESGO: SUBADITIVIDAD

Existen numerosas definiciones sobre el VaR. Una sencilla sería definirlo como la pérdida máxima que puede tener una cartera en un determinado horizonte temporal y con un determinado nivel de confianza. Según define (Balbas, 2010) las propiedades del VaR son las siguientes :

- Invariante por traslaciones: lo que le hace apropiado como requerimiento de Capital.

$$\text{VaR}_{\mu_0}(y+k) = \text{VaR}_{\mu_0}(y) - K, \text{VaR}_{\mu_0}(y + \text{VaR}_{\mu_0}) = \text{VaR}_{\mu_0}(y) - \text{VaR}_{\mu_0} = 0$$

- Homogéneo: $\text{VaR}_{\mu_0}(\alpha y) = \alpha \text{VaR}_{\mu_0}(y)$
- Decreciente: $\text{VaR}_{\mu_0}(y_1) \leq \text{VaR}_{\mu_0}(y)$ si $y_1 \geq y_2$

Artzner et al. (1999) derivó cuatro propiedades deseables que debería cumplir una medida de riesgo para ser denominada coherente:

- Homogeneidad positiva: $p(\lambda x) = \lambda p(x)$, si se incrementa el valor de portafolio en λ , el riesgo también debe aumentar en λ .
- Monotonicidad: $x \leq y$ implica $p(x) \geq p(y)$, si el portafolio “x” tiene sistemáticamente menor retorno que el portafolio “y”, su riesgo debe ser mayor.
- Invarianza transicional: $p(x+\alpha) = p(x)-\alpha$, añadir efectivo por un monto α debe reducir su riesgo en α .
- Subaditividad: $p(x+y) \leq p(x)+p(y)$, la fusión de portafolios no debe incrementar el riesgo.

Si p satisface todas las propiedades anteriores, es considerada medida de riesgo coherente.

El VaR no satisface la condición de subaditividad. Únicamente lo cumple bajo distribuciones elípticas como en el caso de la normal, por lo que se dice que el VaR no es una medida coherente de riesgo. En consecuencia el VaR puede llevar a resultados contradictorios y en algunos casos adversos para el gestor de riesgos (Becerra y Melo, 2005). Esto implica que el riesgo global de una entidad financiera es igual o menor que la suma del riesgo de cada departamento de la entidad. Si este axioma no se cumpliera, daría una serie de problemas. Si una entidad que toma el VaR como medida, sin tener en cuenta que no cumple este axioma de subaditividad, toma decisiones de inversión e imposición de límites a traders, asumiría demasiado riesgo o no lo cubriría cuando lo necesite. Desde el punto de vista regulatorio, no cumplir con la regla de diversificación puede llevar a retener menos capital de lo deseado (BCBS, 2011b.).

Una propiedad para tener una buena medida del riesgo es la diversificación. El riesgo debe disminuir o no aumentar cuando se unen riesgos individuales. Esto se formaliza con la subaditividad. El riesgo global del portfolio no debe ser mayor que la suma de los riesgos de las posiciones que lo componen. La agregación de riesgos no aumenta el riesgo total. El VaR no es subaditivo y esto es un problema, debido a que no puede ser asumido como una medida adecuada para el riesgo en todos los casos. En el documento BCBS (2011b) se indica que según McNeil et al (2005) la subaditividad tiene sentido porque:

- refleja la idea de que el riesgo puede ser reducido por diversificación, el uso de medidas de riesgo no subaditiva.
- si el regulador usa una medida de riesgos no subaditivo en el cálculo de capital regulatorio para una institución, esta institución tiene el incentivo para romper

legalmente en varias subsidiarias para reducir los requerimientos de capital regulatorio.

- hace descentralización de los sistemas de gestión de riesgos posibles. Imaginemos dos portfolios con posiciones que conducen a pérdidas L_1 y L_2 . Si el gestor de riesgos quiere asegurar que $R(L)$, el riesgo de las pérdidas completas, sea $L = L_1 + L_2$, y no excedan de un número M , si se usa una medida de riesgo subaditiva se podría elegir un límite M_1 y M_2 tal que $M_1 + M_2 \leq M$ e imponer en cada uno de los portfolios la restricción de que $R(L_i) \leq M_i$. Esto asegura automáticamente que $R(L) \leq M_1 + M_2 \leq M$

Según indican (Acerbi y Tasche, 2002) el riesgo global de un portfolio debe ser la suma de los riesgos de sus partes solamente en el caso de que el último pueda ser disparado por eventos concurrentes, concretamente si las fuentes de estos riesgos pueden conspirar para actuar conjuntamente. En todos los demás casos, el riesgo global del portfolio será estrictamente menos que la suma de sus riesgos parciales gracias a la diversificación del riesgo. Este axioma captura la esencia de cómo una medida de riesgos debería comportarse bajo la composición/suma de portfolios. Es la llave del test para chequear si una medida de riesgo de un portfolio es consistente con todas sus partes.

La subaditividad es necesaria para unos adecuados requerimientos de capital en la supervisión bancaria, puesto que si existen varias sucursales y no se cumple la subaditividad, el riesgo del banco en su conjunto podría ser mucho más grande de la suma de los riesgos de las sucursales individuales.

Sobre la relevancia de que el VaR no cumpla el axioma de diversificación, en el documento BCBS (2011b) hace referencia a algunos autores que destacan que el VaR asegura cumplir el axioma de diversificación, pero bajo unas condiciones que generalmente no se cumplen en el contexto de riesgo de mercado. Es por ello que el Comité busca otra medida alternativa de riesgo para el cálculo de capital por riesgo de mercado.

3.6. MEDIDAS ALTERNATIVAS DE RIESGOS. EL ES

El VaR ha llegado a ser una medida de riesgo estándar en el mundo de los riesgos. Sin embargo, como ya hemos comentado y justificado anteriormente, ha sido criticado por su falta de subaditividad, además de falta de convexidad, como recogen los trabajos de Artzner y Delbaen (1997). Por ello se señala que el VaR no es una medida coherente de riesgo. Solamente el VaR es coherente cuando está basado en distribuciones continuas normalizadas, ya que para una distribución normal el VaR es proporcional a la desviación estándar.

Por todo ello, se crea el Conditional Value at Risk (CVaR) o Expected Shortfall (ES). Se cree que la mejor alternativa al VaR es el ES, que es una medida de riesgo coherente que cumple con todas las propiedades, incluida la subaditividad. Las críticas al ES se focalizaban en la complejidad, carga computacional y temas de backtesting asociados con el ES, pero se van resolviendo o están identificadas.

Una de las limitaciones más importantes del VaR es que no proporciona una indicación sobre la pérdida que podemos esperar si se sobrepasa el límite del VaR. El ES a un nivel de confianza dado es la pérdida esperada entre las pérdidas que son mayores que el VaR. Mientras el VaR no proporciona ninguna referencia cuando las pérdidas son mayores que el VaR en si mismo, el ES proporciona una indicación de la media de las pérdidas esperadas en la cola y puede complementar las cifras de VaR para proporcionar una visión completa

del riesgo de cola de una cartera (Aragonés y Blanco, 2007). Por todo ello, se considera el ES como una medida de riesgo más completa que el VaR.

3.6.1. CONCEPTO DE EXPECTED SHORTFALL

El ES indica cuál es el valor esperado de la pérdida, condicionada a que esta es mayor que el VaR. Se trata de una medida complementaria al VaR, que satisface todas las propiedades exigidas para ser una medida coherente de riesgo, desde el punto de vista académico de la teoría de la medida. Para los retornos de un activo r_t , el ES está definido como:

$$ES_{\alpha} = E(r/r > VaR_{\alpha})$$

ES puede entenderse como el promedio de los $(1-\alpha)100\%$ peores casos y puede ser calculado a través del promedio de los valores que exceden el VaR, con un nivel de confianza de α .

Para una distribución continua ES se define como:

$$ES_{\alpha} = E(r/r > VaR_{\alpha}) = \frac{1}{1 - Fr(VaR_{\alpha})} \int_{VaR_{\alpha}}^U r f_R(r) dr$$

Donde U representa el extremo superior de los retornos F_R y f_R , corresponde a la función de distribución y de densidad de los retornos respectivamente.

Expected Shortfall (ES) es la medida de riesgo más conocida después del VaR y es preferida a ésta última en cada vez mayor número de gestores de riesgo.

Se entiende por ES como la media de todos los VaRs desde el nivel de confianza α hasta 1. Se considera ES como continua en α y así evita efectos de precipicio cuando la distribución de los componentes es discreta. Si la distribución de pérdidas es continua, entonces, $ES = 100(1 - \alpha)$.

Esta medida tiene diferentes nombres como Tail Conditional Expectation (TCE) o Conditional VaR (CVaR) (BCBS, 2011b).

En resumen, el cálculo de ES es más complicado que los correspondientes al VaR, especialmente para grandes niveles de confianza, debido a que no se tienen en cuenta la fórmula α – cuántiles de distribución de pérdidas. Sin embargo, es una medida válida porque cumple con todos los criterios teóricos necesarios para ser una medida coherente de riesgos.

3.6.2. VENTAJAS

El VaR tiene varias insuficiencias como medida para determinar los requerimientos de capital regulatorio, como la incapacidad para capturar el “riesgo de cola”. El Comité de Basilea por ésta y otras razones ha pensado en otras medidas de riesgo alternativas, como el ES. Las ventajas del ES más destacables según la literatura académica son las siguientes

- El ES mide el grado de riesgo de una posición considerando tanto el tamaño como la probabilidad de pérdidas por encima de cierto nivel de confianza. Es el valor esperado de dichas pérdidas más allá de un determinado nivel de confianza. La

ventaja es que se tiene un indicador que recoge mejor el riesgo de cola (BCBS, 2011b).

- La importancia del ES se basa en que analiza los rendimientos inferiores al VaR, mostrando cuál es la pérdida esperada en ese escenario. Dos posiciones pueden tener un nivel parecido de VaR y, por tanto, creer que tiene un nivel similar de riesgo. Sin embargo, analizando el ES se podrá determinar que la cartera de mayor riesgo será la que cuente con mayor CVaR (Jara y Melgar, 2007).
- Es continuo respecto al nivel de confianza (Uryasev, 2000).
- Es consistente con la aproximación de mínima varianza, ya que la cartera de mínima varianza es la que minimiza también el CVaR (Uryasev, 2000).
- ES corrige los defectos del VaR porque, en primer lugar, tiene en cuenta la severidad de las pérdidas más allá del nivel de confianza. Esta propiedad es importante para los reguladores, quienes discuten sobre estas pérdidas. En segundo lugar, es una medida subaditiva y coherente. Y en tercer lugar, mitiga el impacto que la elección particular de un simple nivel de confianza podría tener en las decisiones del manager de riesgos. Mientras raramente hay una razón objetiva para esta elección (BCBS, 2011).
- Además podríamos añadir que el ES calcula riesgos por encima del VaR, lo que le hace una medida más conservadora. Por otra parte el ES tiene la propiedad de ser una función siempre convexa respecto a las posiciones, lo que le permite la optimización en la posición de una cartera.

Según exponen Jara y Melgar (2007), la medida de riesgos ES aportado por Uryasev y Rockafellar (2002) demuestra tener ventajas en la optimización de carteras. El CVaR brinda un mejor indicador de riesgo para carteras de inversión basadas en renta variable. La optimización de la cartera de activos mediante la minimización del VaR cuenta con algunos problemas de inestabilidad, como la no subaditividad y no convexidad para situaciones en las que no se cuenta con normalidad de la distribución de los rendimientos. El trabajo inicialmente mencionado expone también que Plfug (2000) demuestra que la metodología del CVaR es una medida coherente del riesgo por cumplir las propiedades de homogeneidad positiva, subaditividad, monotonicidad e invarianza transicional. En comparación con el VaR, que no cuenta con la propiedad de subaditividad para distribuciones no normales. Además, el CVaR presenta una mayor estabilidad para optimizar una cartera de activos para diferentes intervalos de confianza, según el estudio de Martín (2005). Cuanto menor es el nivel de confianza, existe un mayor número de observaciones con las que calcular el promedio de las pérdidas, lo que le otorga una mayor consistencia, produciendo cambios leves en la cartera óptima.

3.6.3. BACKTESTING

En el documento de Basilea “Messages from the academic literature on risk measurement for the trading book” (Basilea, 2011b), expone que el mecanismo de comprobación o backtesting (BT) del ES es menos fiable que el backtesting del VaR. Esto se debe a que la estadística robusta dada por el número de excesos del VaR debe ser remplazada por alguna otra medida que tenga en cuenta la magnitud de los excesos de VaR. De igual forma que el

backtesting ES tiene que ser capaz de tener en cuenta el tamaño de los valores que se encuentran por encima del VaR.

En este documento también se menciona la opción para saber si el BT del ES es correcto o incorrecto. Esta opción consiste en que durante el cálculo del ES, el VaR en α puede ser generado por producto. Se puede hacer el BT de este VaR con el método tradicional y si el VaR es rechazado, el correspondiente cálculo de ES, con casi ninguna duda, será incorrecto. Por supuesto, la aceptación del BT del VaR, no garantiza el correcto cálculo del ES, y esto sería cierto incluso si el BT del VaR fuese siempre aceptado. Debido a que el BT está estrictamente focalizado en algunos estimadores históricos de medida de riesgo como, por ejemplo, el número de excesos de VaR, normalmente tiene poco control.

Carver (2013) en su artículo dice que de acuerdo a Paul Embrechts el ES no puede ser sometido a backtesting y se pregunta si hay una medida de riesgo coherente que satisfaga un backtesting. Por ello, si el backtesting del ES no es satisfactorio, este autor sugiere como una medida alternativa, generar una medida de VaR paralela y realizar el backtesting sobre esta medida. Si el VaR es rechazado, el cálculo del ES difícilmente será correcto.

3.7. CÁLCULO DEL ES Y VaR PARA UNA CARTERA TIPO

Aunque en capítulos posteriores realizaremos un análisis más profundo, en este epígrafe se expone un ejemplo para el cálculo del ES y del VaR para una cartera modelo con los componentes que se indican a continuación, se presentan los resultados de VaR calculado con una ventana de 2 años por el método percentil y percentil ponderado (el periodo elegido es junio 2011-2013) con un nivel de confianza del 99% y horizonte temporal 1 día . En este ejercicio para el ES se ha utilizado un nivel de confianza del 99% (en el capítulo 4 y 5 lo haremos con un nivel de confianza del 97.5% que es el nivel de confianza que aplicará Basilea en el Fundamental Review Trading Book)

Los resultados del SVaR (1 día, 99%), calculado como el VaR (1 día, 99%) pero usando la ventana de estrés (septiembre 2008-septiembre 2009) solo por el método percentil.

Tabla 10: Cálculo comparativo del Var, SVaR y ES

	VaR		ES	SVaR	ES
	VaR Percentil 99%	VaR Percentil Ponderado 99%	(Ventana VaR)	VaR Percentil 99%	(Ventana SVaR)
Fut Stox50 (Compra 100MM) Euros	-4.568.939	-2.199.286	-5.586.722	-6.914.164	-7.756.937
Posición de 100. 000 Euros vega EurstoX	-98.671	-77.842	-109.533	-108.279	-127.329
FX EUR/USD, compra USD, 100MM EUR	-952.953	-726.281	-1.053.077	-1.969.540	-2.645.168
IRS paga fijo recibe flotante 100MM EUR nominal vto 10Y	-738.217	-448.491	-868.290	-724.036	-820.376
Compra CDS sobre ES 100MM EUR	-2.406.507	-877.734	-3.070.878	-673.729	-844.655
Total Cartera	-3.546.430	-2.339.866	-5.107.659	-6.064.067	-6.192.794

**Datos en EUR*

Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en la Tabla 10 de resultados comparativos de las medidas de riesgo para esta cartera tipo, el VaR máximo es calculado por el método percentil, 3,54 millones de euros frente a los 2,34 millones calculados por el método de alisado. Calculando el ES, el

resultado sería de 5,1 millones de euros, es decir, un 44% superior al método de VaR por percentil. En el cálculo de SVaR por el método percentil y el ES la diferencia es menor, sólo del 2%.

Estas diferencias son menores para el conjunto de la cartera modelo (2%) que por factor de riesgo debido a que existe menor dispersión en la cola de distribución de la cartera modelo.

Sin embargo, por factores de riesgo, la principal diferencia la tenemos en el FX con un 34,3%.

En la Tabla 11 se muestra la cola de la distribución por cada uno de los elementos de la cartera modelo.

Tabla 11: Valores de la cola de la distribución VaR vs ES

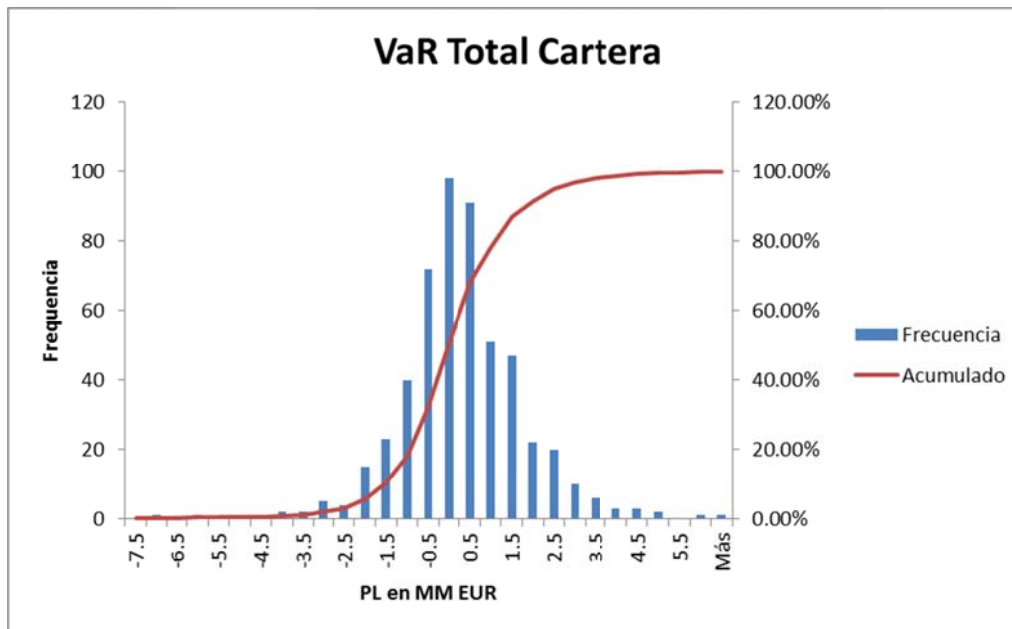
Fut Stox50 (Compra 100MM) Euros		Posición de 100. 000 Euros vega Eurstox		FX EUR/USD, compra USD, 100MM EUR		IRS paga fijo recibe flotante 100MM EUR nominal vto 10y		Compra CDS sobre ES 100MM EUR		Total Cartera
10/08/2011	-6.398.707	14/10/2011	-119.365	26/01/2012	-1.149.177	30/05/2012	-998.066	29/06/2012	-3.670.039	08/08/2011 -7.286.085
18/08/2011	-5.581.889	17/08/2011	-112.746	14/09/2012	-1.070.860	10/08/2011	-917.451	26/07/2012	-3.204.323	10/08/2011 -6.313.451
01/11/2011	-5.498.014	30/06/2011	-111.640	29/06/2012	-1.033.056	02/08/2012	-847.235	08/08/2011	-3.131.435	18/08/2011 -4.277.290
05/09/2011	-5.338.879	27/02/2013	-102.650	17/02/2012	-1.019.500	18/08/2011	-836.827	03/08/2012	-2.900.547	22/09/2011 -4.018.674
22/09/2011	-5.116.123	09/03/2012	-101.266	02/11/2011	-992.793	17/10/2011	-741.871	05/12/2011	-2.448.047	05/09/2011 -3.642.797
09/09/2011	-4.334.431	30/03/2012	-97.558	07/10/2011	-935.879	31/10/2011	-736.651	04/09/2012	-2.388.705	04/09/2012 -3.505.129
VaR		-4.568.939		-98.671		-952.953		-738.217		-3.546.430
ES (Ventana VaR)		-5.586.722		-109.533		-1.053.077		-868.290		-5.107.659

*Datos en EUR

Fuente: elaboración propia.

El factor de riesgo que más diferencias tiene entre VaR y ES es la parte de spread crédito (subyacente España) pasando de 2,4 millones de euros a 3,07 millones de euros, lo que supone un incremento de un 27,6% respecto al VaR por percentil; seguido de la renta Variable (futuros Eurostoxx) con una diferencia de un 22% entre el cálculo de VaR y ES.

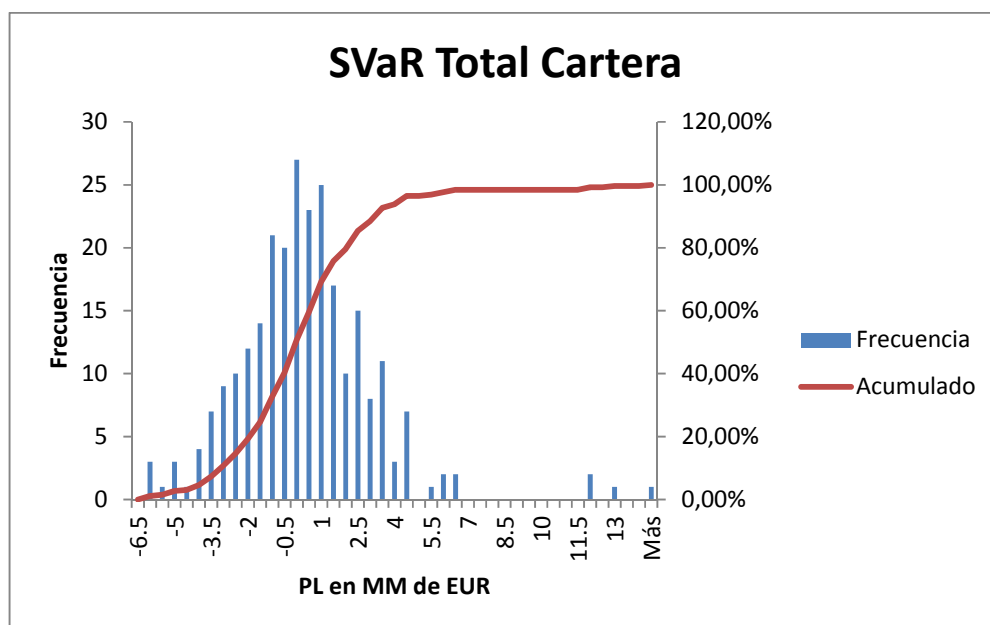
Figura 2: Histograma de Frecuencia VaR



Fuente:Elaboración propia

En la Figura 2 se muestra la distribución de VaR del total de la cartera donde se puede observar la dispersión de las pérdidas y los beneficios. En este caso la distribución es centrada y no hay fat tail (valores por encima del VaR que lo superan ampliamente) lo que explica la poca diferencia entre el ES y el VaR para la cartera total.

Figura 3: Histograma de Frecuencia SVaR



Fuente: elaboración propia

En la Figura 3 se muestra la distribución de VaR total de la cartera donde se puede observar la dispersión de las pérdidas y los beneficios. En este caso tenemos fat tail en los beneficios lo que no afectaría al cálculo del ES y VaR, afectaría al VaE (Value at Earning)

En la Tabla 12 se muestran la cola de la distribución por cada uno de los elementos de la cartera modelo para el cálculo de SVaR y ES (utilizando la misma ventana que el Stressed VaR),

Tabla 12: Diferencias SVaR vs ES

Fut Stox50 (Compra 100MM) Euros		Posición de 100. 000 Euros vega Eurstox		FX EUR/USD, compra USD, 100MM EUR		IRS paga fijo recibe flotante 100MM EUR nominal vto 10y		Compra CDS sobre ES 100MM EUR		Total Cartera
10/10/2008	-8.734.772	21/10/2008	-139.494	19/03/2009	-2.990.913	03/12/2008	-950.501	15/09/2008	-1.076.380	08/10/2008 -6.416.956
06/10/2008	-7.600.225	11/12/2008	-132.506	18/12/2008	-2.954.414	17/12/2008	-784.219	05/12/2008	-781.485	10/10/2008 -6.081.346
15/10/2008	-6.935.813	11/06/2009	-109.987	17/12/2008	-1.990.177	02/12/2008	-726.407	17/12/2008	-676.099	05/12/2008 -6.080.079
08/10/2008	-6.719.317	15/05/2009	-92.913	22/09/2008	-1.783.801	19/03/2009	-702.690	20/02/2009	-652.405	06/10/2008 -5.919.959
16/10/2008	-6.375.650	05/06/2009	-71.834	11/12/2008	-1.707.502	12/01/2009	-626.312	05/09/2008	-609.652	15/10/2008 -5.453.952
SVaR		-6.914.164		-108.279		-1.969.540		-724.036		-673.729
ES (Ventana SVaR)		-7.756.937		-127.329		-2.645.168		-820.376		-844.655
										-6.192.794

*Datos en EUR

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 12, en el total de la cartera la diferencia es de un 2%, 6.06 millones de euros frente a 6,19 millones de euros. Por factor de riesgo la máxima diferencia la tenemos en el FX EUR/USD 1.9 millones de euros frente a 2.64 millones de euros, lo que supone un 34.3%.

Siguiendo la fórmula del capital regulatorio por riesgo de mercado:

$$\text{Capital Reg RM (VaR)} = [\text{Max (VaRt, (VaR Medio 60 días x (3 + Kr + Kc))}] * \text{Raiz}(10) + [\text{Max (SVaRt, (SVaR Medio 60 días x (3 + Kr + Kc))}] * \text{Raiz}(10) + \text{IRC} + \text{APR}$$

En la Tabla 13 tendríamos las diferencias entre los consumos de capital en los dos primeros términos de la ecuación sólo por pasar de utilizar VaR y SVaR a utilizar el ES, suponiendo que el cálculo del consumo se mantuviese igual y utilizando para ambos cálculos el mismo nivel de confianza del 99%. Este efecto supondrá un consumo de capital superior en la cartera modelo de un 18%.

Tabla 13: Diferencia consumo capital por utilizar VaR/SVaR o ES

	Consumo Capital por VaR/SVaR	Consumo Capital Expected Shortfall	DIF
Fut Stox50 (Compra 100MM) Euros	108.938.278	126.589.066	16%
Posición de 100. 000 Euros vega EurstoX	1.963.300	2.247.073	14%
FX EUR/USD, compra USD, 100MM EUR	27.725.205	35.084.634	27%
IRS paga fijo recibe flotante 100MM EUR nominal vto 10Y	13.872.147	16.020.089	15%
Compra CDS sobre ES 100MM EUR	29.221.691	37.146.004	27%
Total Cartera	91.173.178	107.205.509	18%

**Datos en EUR*

Fuente: elaboración propia.

En términos porcentuales el factor de riesgo que más se incrementaría el consumo de capital regulatorio al utilizar el ES sería es el spread de crédito sobre España con un 27%, seguido del FX que se incrementaría un 27%.

Con este ejercicio vemos para la cartera modelo la diferencia en consumo de capital que supondría pasar para el mismo nivel de confianza (99%) de utilizar el VaR a utilizar el ES. Como se puede ver es más conservador y por tanto aumentara el consumo de capital por riesgo de mercado si se utiliza el ES, siempre que ambas medidas se calculen al mismo nivel de confianza (99%), es por ello que el Fundamental Review Trading Book, el Comité está proponiendo utilizar para el ES un intervalo de confianza del 97.5% con lo que los valores serán más parecidos al VaR.

CAPITULO 4. HIPÓTESIS, MUESTRA Y METODOLOGÍA.

4.1. INVESTIGACIÓN PROPUESTA, OBJETIVOS PERSEGUIDOS E HIPÓTESIS A CONTRASTAR

El objetivo de la tesis es avanzar en el estudio y conocimiento del comportamiento del VaR y del ES en un amplio periodo histórico, analizado el comportamiento en distintos períodos de los subyacentes representativos de los principales factores de riesgo. Para ello se han analizado ambas métricas de riesgo por dos métodos, percentil y percentil ponderado, así como también el SVaR.

A su vez analizaremos el uso del VaR máximo, entendiendo éste como el máximo VaR obtenido por ambos métodos (percentil y percentil ponderado), demostrando que los valores obtenidos del backtesting presentan resultados mejores para todos los periodos que el VaR calculado de forma unitaria por cada uno de los métodos individuales.

4.1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

Los objetivos de la investigación que se pretenden alcanzar se subdividen a su vez en los siguientes subobjetivos:

Objetivo 1: Calcular las métricas de riesgos VaR percentil, VaR percentil ponderado, Stressed VaR, ES percentil y ES percentil ponderado, para varios activos de diferentes mercados, tipo de cambio, tipo de Interés, crédito corporativo,

riesgo soberano, materias primas y renta variable, en un periodo histórico extenso que abarca desde junio del año 2004 a diciembre del año 2014.

Objetivo 2: Analizar los resultados del VaR y ES máximo por el método percentil y percentil ponderado, así como el SVaR máximo, en 3 periodos. Con tal fin hemos subdividido el periodo histórico original para analizar el comportamiento de estas métricas en cada uno de ellos:

- g) Pre-crisis desde junio del año 2006 hasta junio de 2007.
- h) Crisis desde julio de 2007 hasta diciembre de 2013.
- i) Post-crisis desde enero 2014 hasta diciembre de 2014.

Véase que el período original es más extenso dado que en esta división de periodos se hace referencia a los resultados obtenidos de VaR, para los cuales es necesario disponer de 2 años de historia.

Objetivo 3: Analizar el número de excesos en el VaR calculado por percentil, percentil ponderado y el máximo de ambos métodos en cada uno de los periodos definidos en el punto anterior y también en periodos anuales.

Objetivo 4: Realizar el contraste del modelo (backtesting) del cálculo de VaR para cada activo en cada uno de los sub-periodos en los que hemos dividido el periodo inicial.

Objetivo 5: Demostrar que se obtendría un consumo de capital óptimo al utilizar el método de VaR máximo (percentil vs percentil ponderado).

4.1.2. HIPOTESIS A CONTRASTAR

Las hipótesis que se pretenden contrastar en este estudio, en función de todo lo expuesto anteriormente, son las siguientes:

Hipótesis 1: El cambio de metodología planteado por Basilea de incorporar el ES calculado al 97.5% de confianza vs el VaR calculado al 99% de intervalo de confianza no supondrá impacto significativo en términos de consumo de capital.

Hipótesis 2: En períodos de crisis el VaR máximo debería coincidir con el VaR calculado por el método percentil ponderado. El SVaR al calcularse por el método percentil debería ser inferior al VaR por percentil ponderado.

Hipótesis 3: El número de excesos obtenidos en el caso de que el VaR se calcule como el máximo entre ambas metodologías (percentil y percentil ponderado) debería ser menor que el número de excesos calculados individualmente.

Hipótesis 4: En el análisis de backtesting, el VaR máximo de ambas metodologías (percentil y percentil ponderado) presentará mejores resultados.

Hipótesis 5: El método de VaR máximo (percentil y percentil ponderado) debería registrar el menor número de días en zona roja, lo que supondría una menor penalización en la k regulatoria en función del número de excepciones.

4.1.3. PRINCIPALES APORTACIONES RESPECTO A OTROS ESTUDIOS REALIZADOS

Los elementos diferenciadores de este estudio respecto a otros que se han realizado son los siguientes:

- Se realiza para un período de tiempo extenso desde junio del año 2004 hasta diciembre del año 2014, donde además encontramos una de las crisis financieras más importantes que se recuerdan, el “credit crunch”.
- No se centra sólo en un activo, en este caso se analiza el comportamiento de varios activos de diferentes mercados, tipo de cambio, tipo de Interés, crédito corporativo, riesgo soberano, materias primas y renta variable.
- Aunque se centra en el comportamiento del VaR, se analizan también otras métricas como el ES o el SVaR.
- Se han realizado cálculos diarios para cada una de las métricas anteriores durante todo del periodo analizado.
- Se analiza la relación entre los distintos métodos de cálculo de VaR (percentil, percentil ponderado y VaR máximo de ambos métodos) con el consumo de capital para cada uno de los periodos.

4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION, DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

En este capítulo se describe el diseño de investigación llevado a cabo para alcanzar los objetivos propuestos en esta tesis y contrastar las hipótesis planteadas. En primer lugar se identifica la muestra elegida, analizando el nivel de confianza con el que se realizarán los cálculos para cada una de las métricas, el conjunto de los factores de riesgo elegidos para el estudio y el modelo de cálculo de rendimientos seleccionado en cada factor de riesgo. Posteriormente se describe la metodología de investigación llevada a cabo para el cálculo de cada una de las métricas. Los parámetros con los que se ha realizado el estudio han sido los siguientes:

4.2.1. NIVEL DE CONFIANZA

Los resultados del VaR y SVaR se han obtenido al 1% o 99% de confianza y el ES al 2,5% o 97,5% dependiendo de la definición de escenario de pérdida que se ha hecho para cada factor de riesgo. Al realizarse el análisis y cálculos del VaR para los diferentes productos, con retornos y no con un vector de PL, el escenario de VaR se producirá con retornos positivos (en el caso de spread de crédito, tipo de interés y riesgo soberano) o negativos (para los demás casos).

4.2.2. CONJUNTO DE FACTORES DE RIESGO

Las series utilizadas para cada uno de los activos han sido elegidas en función de la representatividad de cada uno de los factores de riesgo, obteniendo estas series de Bloomberg.

- a) **Tipo de cambio o Foreign Exchange (FX):** se ha utilizado la serie del EUR/USD por ser la más líquida y negociada. El ticker (o página) de Bloomberg se muestra en la Figura 4, de donde tomaremos la serie de precios para los cálculos es la siguiente:

Figura 4: Descripción de Bloomberg de Eur/Usd



Fuente: Bloomberg

En este caso los resultados de VaR, SVaR y ES se han obtenido ante escenarios de depreciación del EUR. Con esta definición de escenario de pérdida, las colas de la

distribución que se han seleccionado han sido 1% para las dos primeras métricas y 2,5% para la última.

- b) **Crédito:** Se ha utilizado la serie del ITRAX 5Y, por ser la más representativa y liquida en el mercado. En la Figura 5 se muestra la pantalla de Bloomberg con la descripción de este índice de donde se tomará la serie de precios.

Figura 5: Descripción de Bloomberg de Itraxx 5Y

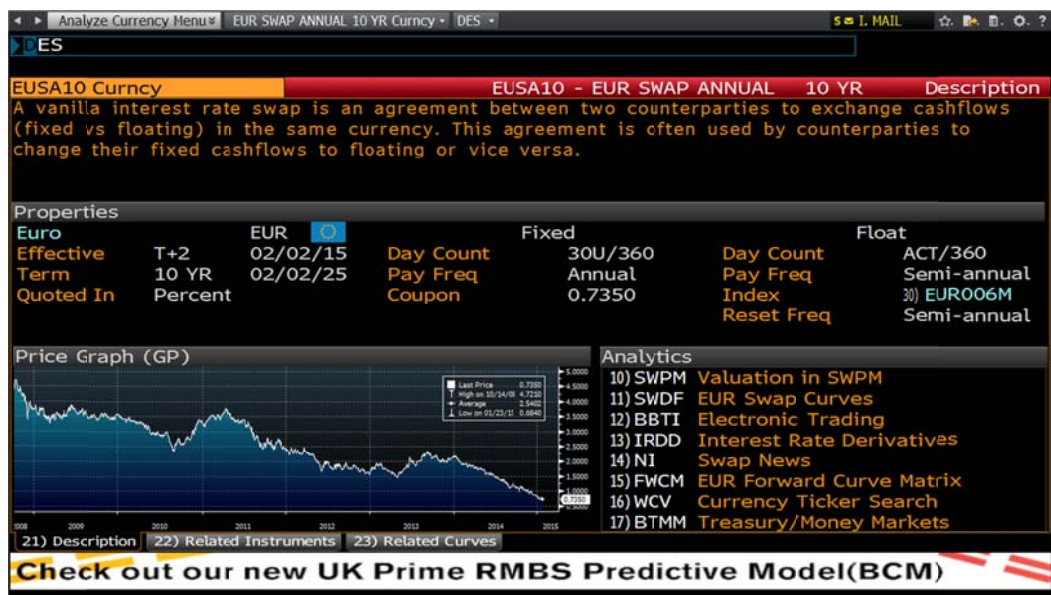


Fuente: Bloomberg

En este caso, los resultados de VaR, Stressed VaR y Expected Shortfall se han obtenido ante escenarios de ampliación del spread de crédito, por lo que se han seleccionado la cola de la distribución al 99% de confianza para las dos primeras métricas y 97,5% para la última.

- c) **Tipos de Interés:** se ha utilizado la serie de tipos de interés de la curva EUR 6 meses de plazo de 10 años (10Y) por ser uno de los plazos más líquidos. En la Figura 6 muestra la pantalla de Bloomberg con la descripción de este subyacente de donde se tomará la serie de precios.

Figura 6: Descripción de Bloomberg de curva Eur 6m plazo 10y



Fuente: Bloomberg

En este caso, los resultados de VaR, SVaR y ES se han obtenido ante escenarios de incremento de tipos de interés, por lo que se han seleccionado la cola de la distribución al 99% de confianza para las dos primeras métricas y 97,5% para la última.

d) Materias primas (commodities): se ha utilizado la serie del CMF-BR_IPE-1M, que representa el precio del Brent en el futuro con vencimiento más corto.

En la Figura 7 se muestra la pantalla de Bloomberg con la descripción de este subyacente de donde se tomará la serie de precios.

Figura 7: Descripción de Bloomberg del futuro sobre Brent vencimiento 1M



Fuente: Bloomberg

En este caso los resultados de VaR, SVaR y ES se han calculado ante escenarios de incremento de precio del Brent, por lo que se han seleccionado la cola de la distribución al 99% de confianza para las dos primeras métricas y 97,5% para la última.

e) **Riesgo Soberano:** se ha utilizado el spread de la prima de riesgo de España, calculado como la diferencia de la yield del bono benchmark alemán 10Y y del bono benchmark español 10Y. En las Figuras 8 y 9 se muestra la descripción de Bloomberg del benchmark español y alemán.

Figura 8: Descripción de Bloomberg del Bono Benchmark español vencimiento 10Y

DES

GENERIC

SPGB 2 ¾ 10/24 111.7700/111.8750 (1.445/1.434) BGN @13:04

SPGB 2 ¾ 10/31/24 Corp

Pg 1/11

Descripción: Bono

94 Notes

95 Comprar

96 Vender

97 Parámetros

21 Descripción de bono

22 Descripción de emisor

Páginas

1) Info de bono

2) Más info

3) Cláusulas

4) Fladores

5) Ratings

6) Identificadores

7) Bolsas

8) Partes inv

9) Tarifas restric

10) Programas

11) Cupones

Enlaces rápidos

32) ALLQ Precios

33) QRD Resumen co

34) TDH Historia ope

35) CAC Acción corp

36) CF Prospecto

37) CN Noticias

38) HDS Tenedores

39) VPR Info subyac

66) Enviar bono

Información de emisor

Nombre BONOS Y OBLIG DEL ESTADO

Industry Soberanos

Información de valor

Mkt Iss Eurozona

País ES

Divisa EUR

Ránking Sr Unsecured

Serie

Cupón 2.75

Tipo Fijo

Frec Anual

Días ACT/ACT

Precio

Vence 10/31/2024

Oferta nva 99.564

BULLET

Sprd emi +118bp vs Mid Swaps

Cálculo (1029)SPAIN:GOVT BONDS

Fecha de anuncio 06/12/2014

Fecha de devengo 06/20/2014

1ra liquidación 06/20/2014

1er cupón 10/31/2014

Identificadores

Número ID EK3289700

ISIN ES00000126B2

BBGID BBG006MLCN83

Ratings

Moody's Baa2

S&P BBB

Fitch BBB+

DBRS AL

Emisión y operación

Aggregated Amount Issued/Out

EUR 23,500,000.00 (M)

EUR 23,500,000.00 (M)

Mínimo/Incremento

1,000.00 / 1,000.00

Nominal 1,000.00

Contable JOINT LEADS

Bolsa Múltiple

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 2295 9000 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 69 9204 1210 Hong Kong 852 2977 6000

Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1000 U.S. 1 212 318 2000

SN 288432 CET GMT+1:00 6896-1530-0 02-Feb-2015 13:04:23

Copyright 2015 Bloomberg Finance L.P.

Fuente: Bloomberg

Figura 9: Descripción de Bloomberg del Bono Benchmark Aleman vencimiento 10Y

DES
GENERIC DBR0 ½ 02/15/25 101.9100/101.9350 (0.306/0.304) BGN @13:02

DBR 0 ½ 02/15/25 Corp Pg 1/11 Descripción: Bono

94 Notes 99 Comprar 99 Vender 99 Paráms

21 Descripción de bono 22 Descripción de emisor

Páginas	Información de emisor			Identificadores	
1) Info del bono	Nombre BUNDESREPUB. DEUTSCHLAND			Número ID	EK6841549
2) Más info	Industry Soberanos			ISIN	DE0001102374
3) cláusulas	Información de valor			BBGID	BBG007VBV4Q4
4) Fiadores:	Mkt Iss Eurozona			Ratings	
5) Ratings	País DE Divisa EUR			Moody's	Aaaa
6) Identificadores	Ránking No avalada Serie Fijo			Fitch	AAA
7) Bolsas	Cupón 0.5 Tipo Fijo			Composite	NR
8) Partes inv	Frec Anual Precio 99.82000			Emisión y operación	
9) Tarifas, restric	Días ACT/ACT Vence 02/15/2025			Emitido/Vigente	
10) Programar	BULLET			EUR	5,000,000.00 (H) /
11) Cupones	Sprd emi			EUR	5,000,000.00 (H)
Enlaces rápidos	Cálculo (60)GERMAN BONDS			Mínimo/Incremento	
32) ALLQ Precios	Fecha de anuncio 01/06/2015			0.01 / 0.01	
33) QRD Resumen co	Fecha de devengo 01/16/2015			Nominal	0.01
34) TDH Historia ope	1ra liquidación 01/16/2015			Contable	
35) CAC Acción corp	1er cupón 02/15/2016			Bolsa	Múltiple
36) CF Prospecto	€878MLN RETAINED FOR MARKET INTERVENTION.				
37) CN Noticias					
38) HDS Tenedores					
39) VPR Info subyac					
6) Enviar bono					

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 2395 9000 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 69 9204 1210 Hong Kong 852 2377 6000
Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1000 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2015 Bloomberg Finance L.P.
SN 288432 CET GMT+1:00 CDS6-1539-0 02-Feb-2015 13:02:33

Fuente: Bloomberg

En este caso los resultados de VaR, SVaR y ES se han calculado ante los escenarios de ampliación del diferencial del spread de ambos bonos (prima de riesgo de España), por lo que se han seleccionado la cola de la distribución al 99% de confianza para las dos primeras métricas y 97,5% para la última.

f) Renta variable se ha utilizado la serie del Eurostoxx IDX-EURSTOX50. En la Figura 10 se muestra la descripción del Indice Eurostoxx en Bloomberg de donde se ha obtenido la serie de precios.

Figura 10: Descripción de Bloomberg del Índice Eurostoxx 50



Fuente: Bloomberg

En este caso los resultados de VaR, SVaR y ES se han calculado ante los escenarios de caída de la cotización del índice Eurostoxx50, por lo que se han seleccionado la cola de la distribución al 1% de confianza para las dos primeras métricas y 2,5% para la última.

4.2.3. CÁLCULO DE RENDIMIENTOS

Las series de los factores de riesgos se han analizado para el período comprendido entre el año 2004 y diciembre 2014, que a su vez se ha subdividido en 3 períodos para analizar el comportamiento en cada uno de ellos:

- Pre-crisis desde junio 2004 hasta junio 2007.
- Crisis desde julio 2007 hasta diciembre 2013.

c) Post-crisis desde enero 2014 hasta diciembre 2014.

Dado que para la obtención de las cifras de VaR es necesario disponer de un histórico de 521 días (520 rendimientos es el estándar utilizado para el cálculo de VaR de 2 años), los resultados de VaR, SVaR y ES para el año 2006 se han obtenido comenzando la ventana histórica en junio del año 2004

Partiendo de las series históricas se han calculado los rendimientos de las mismas para trabajar sobre ellas. El modelo de rendimiento de los factores de riesgos ha sido el multiplicativo utilizando un modelo continuo:

$$R_i = \text{LN} \left(\frac{P_i}{P_{i-1}} \right)$$

siendo R_i es el rendimiento generado para cada una de las fechas de la serie histórica.

Excepto para el factor de riesgo spread España, que se han utilizado rendimientos simples:

$R_i = (P_i - P_{i-1})$ debido a que la prima de riesgo puede ser positiva o negativa, respecto al subyacente que se toma como referencia (Bono Alemán). En el caso de prima de riesgo negativa no se pueden utilizar rendimiento logarítmicos, sino aditivos.

4.3. METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

La metodología de cálculo utilizada para el VaR, ES y SVaR ha sido simulación histórica, que supone utilizar los cambios históricos observados para inferir en la distribución de probabilidad de cambios futuros. El horizonte temporal de cálculo de VaR, SVaR y ES es a un día.

El nivel de confianza asociado definido como la probabilidad de que la variable observada tenga un valor menor o igual, es del 1% o 99% para VaR y SVAR, dependiendo de la definición del escenario de pérdida. La ventana temporal utilizada para calcular el VaR son 521 datos. En el caso del ES el nivel de confianza utilizado ha sido del 97,5% o el 2,5%, en función de la definición del escenario de pérdida.

a) VaR

El cálculo de VaR por simulación histórica supone tomar cambios históricos en los precios, como modelos de evolución para tener los cambios en los factores de riesgos. Se utilizan los cambios observados en precios históricos para generar los escenarios para los factores de riesgo, con los que después se realizará la valoración de la cartera. Se han usado ventanas de 521 datos a lo largo del periodo 2004-2014 con un nivel de confianza del 99%.

El primero de los métodos utilizados para el cálculo de VaR por el método percentil o percentil con peso uniforme, donde el conjunto de las observaciones que forman la muestra son igualmente probables, todas las observaciones por tanto tienen el mismo peso.

La función de distribución de densidad de probabilidad $F(x)$ se construirá dando pesos a cada uno de los valores que forman la muestra discreta de estimación del cambio de valor del portfolio. Si se dispone de un conjunto de h observaciones que forman la muestra, se consideran todas igualmente probables, asignando una probabilidad de $1/h$. Ordenando de menor a mayor los valores de la muestra, existe una probabilidad de $(i-0,5)/h$ de observar un valor menor que el i -ésimo valor, siendo la versión discreta de la función de distribución $F(x)$ definida en la ecuación anterior.

$$F(x_i) = \frac{i-0.5}{h}$$

Después se calculará un percentil determinado que se interpolará linealmente entre los valores obtenidos. Se busca un valor x_i tal que el área encerrada hasta dicho punto es menor que el porcentaje cuyo percentil se quiere obtener. Además el punto inmediato posterior x_{i+1} debe englobar un área mayor que el percentil buscado. Con estos puntos se interpola linealmente

$$\text{Percentil (p\%)} = x_i + \frac{x_{i+1} - x_i}{F(x_{i+1}) - F(x_i)} \times (p\% - F(x_i))$$

El segundo de los métodos de cálculo de VaR es el método percentil ponderado o pesos exponenciales, a cada observación se aplica un peso, construyendo una media móvil con pesos exponenciales que dan mayor peso a los datos más recientes.

$$p_j = \lambda^{j-1} \times \frac{\lambda - 1}{\lambda^n - 1}; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Índice j indica orden cronológico, decreciendo los pesos cuanto más alejados en el tiempo estén los escenarios históricos.

Posteriormente se ordenan los datos de la muestra de menor a mayor, manteniendo el peso correspondiente a cada uno. El cambio de orden de los elementos y ponderación se indica con el índice i .

La probabilidad de obtener un valor por debajo del i -ésimo elemento de la muestra viene dado por:

$$F(x_i) = \frac{p_i}{2} + \sum_{k=1}^{i-1} p_k$$

En este caso, al factor se le ha aplicado un ponderador $\lambda=0,94$ de acuerdo a la recomendación de RiskMetrics (1996) para datos diarios y Jorion (2001). El utilizar este factor de decaimiento $\lambda=0,94$ implica que la última observación ($t-1$) se la da un 6% de peso y la observación de hace un mes ($t-21$) solamente pesa un 1,74%. A partir de los 3 meses las observaciones prácticamente no pesan.

b) Stressed VaR (SVaR).

El SVaR se ha calculado exclusivamente mediante metodología percentil, metodología empleada actualmente para el cálculo de capital regulatorio definido por Basilea, con ventanas móviles de 260 datos para el periodo 2004-2014, con un nivel de confianza del 99%. A este Stressed VaR le denominamos “stand alone”.

Se ha calculado también el SVaR máximo, calibrando la ventana desde el año 2004 hasta cada fecha de cálculo. De esta forma conocemos cuál es el peor escenario desde el principio del periodo analizado hasta ese momento.

c) Expected Shortfall (ES)

El ES se define como el Valor esperado de la pérdida, condicionada a que esta sea mayor que el VaR. Siendo X una variable aleatoria de pérdidas y ganancias, $\text{VaR}_\alpha(X)$, es el VaR con el nivel de confianza α . El ES se define como:

$$\text{ES}_\alpha(X) = E[X|X \leq \text{VaR}_\alpha(X)].$$

El Expected Shortfall se ha calculado también mediante dos metodologías, percentil y percentil ponderado, y el nivel de confianza elegido es del 2,5% o 97,5% en función de la definición del escenario de pérdida para cada factor de riesgo.

A continuación se exponen los dos métodos utilizados en el cálculo del ES:

El método percentil (o aplicación de los pesos uniformes).

$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ distribución ordenada de pérdidas y ganancias, el subíndice de mayor a menor pérdida.

$\text{VaR}_{1-p\%}$ es el $\text{VaR}_{1-p\%}$ al tener toda serie de pérdidas el mismo peso, el ES viene dado por el promedio de las pérdidas mayores a $\text{VaR}_{1-p\%}$

Definimos $h = \max \{j \text{ tal que } x_j \leq \text{VaR}_{1-p\%}\}$

ES para un nivel de confianza $1-p\%$ viene dado por

$$\text{ES}_{1-p\%} = \frac{\sum_{i \leq h} x_i}{n}$$

ES método percentil ponderado

En este caso el valor que corresponde al percentil $p\%$ para un nivel de confianza $1-p\%$, calculado mediante pesos exponenciales. Los valores de la distribución tienen diferente pesos, cada valor X_i tiene asociado un peso p_i .

$$h = \max \{j \text{ tal que } x_j \leq \text{VaR}_{1-p\%}\}$$

ES para el nivel de confianza $1-p\%$ viene dado por:

$$\text{ES}_{1-p\%} = \frac{\sum_{i \leq h} x_i * p_i}{\sum_{i \leq h} p_i}$$

CAPITULO 5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se lleva a cabo un análisis empírico para demostrar qué indicadores son óptimos para el control de riesgos. A través de los subyacentes representativos de los principales factores de riesgos descritos en el capítulo anterior, se calcula el VaR y el ES por dos métodos, percentil y percentil ponderado, así como también el SVaR, para los periodos históricos propuestos. En las tablas 14-19 se muestran los valores máximos para cada periodo de cada una de estas métricas

También se analiza el resultado por cada factor de riesgo, apoyado en un análisis de backtesting (prueba de contraste de VaR) para terminar con un análisis del consumo de capital regulatorio.

Para cada uno de los subyacentes se comentan los aspectos más significativos de cada tabla. Debido al número de subyacentes sobre el que se realiza el estudio, se simplifican los comentarios para evitar ser reiterativo.

5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO RESULTADOS OBTENIDOS: VAR, SVAR y ES.

5.1.1 ANALISIS FACTOR DE RIESGO TIPO DE CAMBIO (FX)

En la Tabla 14, se puede observar que para la serie histórica del SPOT EUR/USD el VaR calculado en el período de precrisis era muy parecido por el método percentil y percentil ponderado, (1,17% versus 1,16 %), así como el Stressed VaR 1,15% y el ES (percentil 1,16% versus percentil ponderado 1,19%).

Tabla 14: Métricas serie histórica EUR/USD

	Tipo de Cambio					
	VaR Máximo percentil	VaR Máximo percentil ponderado	SVaR Máximo	sVaR max ventana stand alone	ES Máximo percentil	ES Máximo percentil ponderado
PRECRISIS						
junio 2004-junio 2007	-1,17%	-1,16%	-1,15%	-1,15%	-1,19%	-1,16%
CRISIS						
julio 2007- diciembre 2013	-1,99%	-2,90%	-2,31%	-2,31%	-2,00%	-2,90%
POSTCRISIS						
Enero 2014- Diciembre 2014	-1,22%	-1,49%	-1,23%	-2,31%	-1,20%	-1,49%

Fuente: elaboración propia

Sin embargo, en el periodo de crisis se observa cómo, en momentos puntuales, el VaR por percentil ponderado era de un 2,90% de los rendimientos de la serie y el VaR por percentil del 1,99%. En el ES no existe diferencias importantes con respecto a la cifra de VaR

presentando las mismas diferencias entre el cálculo por percentil y percentil ponderado. El SVaR máximo para el periodo, coincide con el SVaR de toda la ventana histórica, 2,31%.

En el periodo de postcrisis sigue siendo mayor el cálculo de VaR por percentil ponderado aunque la diferencia disminuye (1,49% vs 1,22%). El cálculo del VaR por metodología percentil ponderado arroja cifras mayores para aquellos bancos que la tenían implementada durante el periodo de crisis. En cuanto al cálculo del ES, los datos al calcularse al 97,5% que equivalen al 99% del VaR muestran la mismas conclusiones que con el VAR.

5.1.2. ANALISIS FACTOR DE RIESGO SPREAD CRÉDITO

En la Tabla 15 se puede observar que para la serie histórica del factor de crédito utilizada, el VaR calculado en el periodo de precrisis era muy parecido por el método percentil (7,32%) y percentil ponderado (7,35%). En el caso del ES, sí es mayor el cálculo por percentil (7,98%) que por percentil ponderado (7,35%).

Tabla 15: Métricas serie histórica ITRAXX plazo 5Y

	Crédito					
	VaR Máximo percentil	VaR Máximo percentil ponderado	SVaR Máximo	sVaR max ventana stand alone	ES Máximo percentil	ES Máximo percentil ponderado
PRECRISIS junio 2004-junio 2007	7,32%	7,35%	7,02%	7,02%	7,98%	7,35%
CRISIS julio 2007- diciembre 2013	12,36%	26,54%	14,74%	14,74%	14,33%	26,54%
POSTCRISIS Enero 2014- Diciembre 2014	8,48%	13,40%	10,82%	14,74%	8,52%	13,40%

Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, en el período de crisis se observa como en momentos puntuales el VaR por percentil ponderado era de un 26,54% de los rendimientos de la serie y el VaR por percentil del 12,36%. El cálculo del VaR por metodología percentil ponderado arroja cifras mayores para aquellos bancos que la tenían implementada. Los mismo sucedería con el ES (26,54% versus 14,33%). El SVaR al calcularse regulatoriamente por el método percentil (14,74%) para ese período de tiempo, es inferior al VaR por percentil ponderado (26,54%).

En el período de postcrisis sigue siendo menor el VaR por percentil (8,48%) que por percentil ponderado (13,40%) aunque la diferencia se reduce. En cuanto al cálculo del ES, al calcularse al 97,5% de confianza, muestra la mismas conclusiones que con el VAR al 99% de confianza.

5.1.3 ANALISIS FACTOR DE RIESGO VENTA VARIABLE

En la Tabla 16 se puede observar que para la serie histórica de renta variable, el VaR calculado en el periodo de precrisis era superior por percentil ponderado (3,38%) al VaR por percentil (2,40%). Lo mismo sucede para el ES.

Tabla 16: Métricas serie histórica EUROSTOXX

	Renta Variable					
	VaR Máximo percentil	VaR Máximo percentil ponderado	SVaR Máximo	sVaR max ventana stand alone	ES Máximo percentil	ES Máximo percentil ponderado
PRECRISIS						
junio 2004-junio 2007	-2,40%	-3,38%	-2,81%	-2,81%	-2,40%	-3,41%
CRISIS						
julio 2007- diciembre 2013	-6,49%	-8,21%	-7,50%	-7,50%	-6,34%	-8,21%
POSTCRISIS						
Enero 2014- Diciembre 2014	-3,05%	-3,69%	-3,09%	-7,50%	-3,03%	-3,70%

Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, en el período de crisis, aunque es mayor tanto el VaR como el ES por percentil ponderado en ambos casos 8,21%, esta diferencia no se abre tanto como en los factores de riesgos anteriores. El SVaR al calcularse por el método percentil para ese período de tiempo, es menor, en términos absolutos, al VaR por percentil ponderado.

En el período de postcrisis sigue siendo menor el VaR (3,05%) y ES por percentil (3,03%) que el VaR por percentil ponderado (3,69%) y el ES por percentil ponderado (3,7%) aunque la diferencia se reduce.

5.1.4 ANALISIS FACTOR DE RIESGO SPREAD SOBERANO

En la Tabla 17 se observa que para la serie histórica del spread de riesgo España, el VaR calculado (en puntos básicos, pb) en el periodo de precrisis era superior el VaR por el método percentil ponderado (5,67) que percentil (0,99).

Tabla 17: Métricas serie histórica spread España

	Riesgo soberano España					
	VaR Máximo percentil	VaR Máximo percentil ponderado	SVaR Máximo	sVaR max ventana stand alone	ES Máximo percentil	ES Máximo percentil ponderado
PRECRISIS						
junio 2004-junio 2007	0,99	5,67	1,17	1,17	2,08	6,90
CRISIS						
julio 2007- diciembre 2013	40,85	57,10	44,20	44,20	38,80	57,10
POSTCRISIS						
Enero 2014- Diciembre 2014	31,34	22,50	23,53	44,20	34,77	23,79

Fuente: elaboración propia.

En el período de crisis, se observa como esta diferencia se abre, siendo el VaR percentil ponderado (57,1 pb) y el VaR por percentil (40,85 pb). Además, el cálculo del VaR por metodología percentil ponderado arroja cifras mayores de VaR que por metodología VaR

percentil. El SVaR al calcularse por el método percentil para ese período de tiempo (44,2) , es inferior al VaR por percentil ponderado (57,1).

En el período de postcrisis, sin embargo, el VaR por percentil (31,34) es superior que por percentil ponderado (22,50).

5.1.5 ANALISIS FACTOR DE RIESGO TIPO DE INTERÉS

En la Tabla 18, se observa que para la serie histórica del índice de tipo de interes, el VaR calculado en el período de precrisis era superior por el método percentil (2,31%) al percentil ponderado (2,17%) aunque la diferencia era mínima.

Tabla 18: Métricas serie histórica Curva EURSWAP 6M plazo 10Y

	Tipo de Interés					
	VaR Máximo percentil	VaR Máximo percentil ponderado	SVaR Máximo	sVaR max ventana stand alone	ES Máximo percentil	ES Máximo percentil ponderado
PRECRISIS						
junio 2004-junio 2007	2,31%	2,17%	2,31%	2,31%	2,22%	2,30%
CRISIS						
julio 2007- diciembre 2013	5,77%	9,10%	5,77%	5,77%	5,80%	9,10%
POSTCRISIS						
Enero 2014- Diciembre 2014	5,52%	10,36%	5,52%	5,77%	5,65%	10,36%

Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, en el periodo de crisis se observa como el VaR por percentil ponderado es superior al VaR por percentil (9.1% vs 5.77%). En cuanto al cálculo del VaR por

metodología percentil ponderado arroja cifras mayores que por método percentil. El SVaR al calcularse por el método percentil para ese período de tiempo (5,77%), es inferior al VaR por percentil ponderado (9,1%).

En el período de postcrisis sigue siendo menor el VaR por percentil (5,52%) que por percentil ponderado (10,36%) . Tanto los resultados de VaR al 99% de confianza como el ES al 97,5% de confianza muestran las mismas cifras por método percentil (5,52% vs 5,65%) y lo mismo ocurre para el método percentil ponderado (10,36% tanto para VaR como ES).

5.1.6 ANALISIS FACTOR DE RIESGO COMMODITIES

Para la Tabla 19 se observa que para la serie histórica del Brent, el VaR calculado en el período de precrisis era superior por el método percentil (5,49%) que por el método percentil ponderado (4,48%).

Tabla 19: Métricas serie histórica BRENT

	Commodities					
	VaR Máximo percentil	VaR Máximo percentil ponderado	SVaR Máximo	sVaR max ventana stand alone	ES Máximo percentil	ES Máximo percentil ponderado
PRECRISIS						
junio 2004-junio 2007	5,49%	4,48%	4,43%	4,43%	5,43%	4,50%
CRISIS						
julio 2007- diciembre 2013	8,42%	13,47%	9,70%	9,70%	8,09%	13,47%
POSTCRISIS						
Enero 2014- Diciembre 2014	3,21%	4,58%	2,63%	9,70%	3,24%	4,58%

Fuente: elaboración propia

Sin embargo en el período de crisis, se observa como esta diferencia se abre, siendo el VaR percentil ponderado 13.47% y el VaR por percentil 8.42%. El cálculo del VaR por metodología percentil ponderado arroja cifras mayores que por la metodología de VaR percentil. El SVaR (9,7%) al calcularse por el método percentil para ese período de tiempo es inferior al VaR por percentil ponderado (13,47%). Esto es debido a que las ventanas históricas utilizadas para VaR y SVaR son diferentes, 520 días y 260 días.

En el período de postcrisis sigue siendo menor el VaR por percentil (3,21%) que por percentil ponderado (4,58%) aunque la diferencia se reduce.

5.2. ANALISIS DESCRIPTIVO DE LOS EXCESOS

El test más común de backtesting en un modelo de VaR es contar el número de excepciones, es decir, el número de veces que las pérdidas exceden las estimaciones de VaR y contrastarlo con el intervalo de aceptación definido en función del nivel de confianza seleccionado. Si el número de excepciones es menor que el intervalo de aceptación para el nivel de confianza seleccionado, en este caso se indicaría que el VaR está sobreestimado. Por el contrario, si el número de excepciones es superior, el VaR estaría infraestimado. Lo que se analiza es si el número de excepciones es razonable o no para que el modelo sea aceptado o rechazado.

El análisis se ha realizado contrastando los beneficios y pérdidas (PL) para los distintos factores de riesgo, considerando excedido todo aquel PL que supere la cifra de VaR del día anterior.

Para cada uno de los subyacentes, se muestra en la Tabla 20, el número máximo de excesos por periodo y en la Tabla 21 se muestra el número de excesos máximo por año. Por cada factor de riesgos se muestran 3 columnas, el número de excesos por método percentil, percentil ponderado y máximo de ambos métodos.

En el caso de que el VaR se obtenga como el máximo entre ambas metodologías (percentil y percentil ponderado), el número de excesos se reduce significativamente.

Tabla 20: Número de excesos VaR por metodología percentil, percentil ponderado y máximo de ambos para cada Factor de Riesgo por periodo.

	Tipo de Cambio			Crédito			Renta Variable			Riesgo Soberano España			Tipo de Interés			Commodities		
	Exceso VaR percentil	Exceso VaR percentil ponderado	Exceso VaR Máximo	Exceso VaR percentil	Exceso VaR percentil ponderado	Exceso VaR Máximo	Exceso VaR percentil	Exceso VaR percentil ponderado	Exceso VaR Máximo	Exceso VaR percentil	Exceso VaR percentil ponderado	Exceso VaR Máximo	Exceso VaR percentil	Exceso VaR percentil ponderado	Exceso VaR Máximo	Exceso VaR percentil	Exceso VaR percentil ponderado	Exceso VaR Máximo
PRECRISIS																		
Junio 2004 - Junio 2007	0	6	0	1	9	1	2	5	2	3	7	3	0	7	0	1	9	1
CRISIS																		
Julio 2007 - Diciembre 2013	29	36	14	24	41	18	21	49	11	53	48	26	32	45	24	23	41	15
POSTCRISIS																		
Enero 2014 - Diciembre 2014	3	5	2	3	10	3	4	10	4	0	8	0	2	7	2	4	6	2
TOTAL EXCESOS	32	47	16	28	60	22	27	64	17	56	63	29	34	59	26	28	56	18

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21: Número de excesos VaR por metodología percentil, percentil ponderado y máximo de ambos para cada Factor de Riesgo por año.

	Tipo de Cambio			Crédito			Renta Variable			Riesgo Soberano España			Tipo de Interés			Commodities		
	Exceso VaR percentil	Exceso VaR Percentil Ponderado	Exceso VaR Máximo	Exceso VaR percentil	Exceso VaR Percentil Ponderado	Exceso VaR Máximo	Exceso VaR percentil	Exceso VaR Percentil Ponderado	Exceso VaR Máximo	Exceso VaR percentil	Exceso VaR Percentil Ponderado	Exceso VaR Máximo	Exceso VaR percentil	Exceso VaR Percentil Ponderado	Exceso VaR Máximo	Exceso VaR percentil	Exceso VaR Percentil Ponderado	Exceso VaR Máximo
15/06/2006 al 18/06/2007	0	6	0	0	8	0	2	5	2	1	5	1	0	7	0	1	9	1
19/06/2007 al 18/06/2008	8	8	5	15	10	10	7	10	4	15	8	7	5	6	5	4	7	4
19/06/2008 al 19/06/2009	13	7	4	1	6	1	8	8	4	13	8	6	12	9	7	15	7	7
22/06/2009 al 22/06/2010	0	6	0	4	7	3	0	10	0	7	9	4	0	5	0	0	5	0
23/06/2010 al 21/06/2011	3	6	3	0	3	0	0	6	0	4	6	2	1	11	1	2	6	2
22/06/2011 al 19/06/2012	4	3	1	2	7	2	6	7	3	12	12	6	9	8	7	0	9	0
20/06/2012 al 20/06/2013	0	5	0	2	6	2	0	5	0	4	7	3	5	4	4	1	5	1
21/06/2013 al 23/06/2014	1	3	1	3	7	3	1	5	1	0	4	0	0	5	0	1	5	1
24/06/2014 al 17/12/2014	3	3	2	1	6	1	3	8	3	0	4	0	2	4	2	4	3	2
TOTAL	32	47	16	28	60	22	27	64	17	56	63	29	34	59	26	28	56	18

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en las Tablas 20 y 21 para todos los factores de riesgo analizados, los excesos de VaR obtenidos por el método percentil y percentil ponderado, en todos los periodos son superiores a los producidos, si se calculan teniendo en cuenta el VaR máximo de ambas metodologías.

5.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE BACKTESTING

El objetivo de realizar un backtesting es poder contrastar el modelo de cálculo de VaR, comparando las mediciones de VaR dadas para el nivel de confianza y horizonte temporal con los resultados reales obtenidos.

En el apartado anterior se ha analizado el número de excepciones, es decir, el número de veces que las pérdidas exceden las estimaciones de VaR y contrastarlo con el intervalo de aceptación definido en función del nivel de confianza seleccionado, dependiendo si el número de excepciones es inferior o superior que el intervalo de aceptación para el nivel de confianza seleccionado indicará si el modelo VaR es aceptado o rechazado.

Los modelos de VaR son útiles si predicen el riesgo con precisión. Para verificar que los resultados de los modelos de VaR son consistentes y confiables, el modelo debe ser siempre sometido a backtesting mediante métodos estadísticos apropiados, (además del análisis de excesos realizado).

El backtesting provee información acerca de la precisión de un modelo de VaR. Para ello debe cumplir con dos propiedades, encontrarse dentro del intervalo de aceptación para el nivel de confianza seleccionado y además, las excepciones deben ser independientes unas de otras.

En el backtesting se comparan los beneficios y pérdidas con las estimaciones de VaR. Jorion (2001) se refiere a este proceso como “contrastaciones de la realidad”. Si las estimaciones no son precisas, es necesaria la revisión de los modelos, la revisión de los proxies utilizados o la revisión de los parámetros.

En nuestro caso se ha analizado los backtesting para los 3 periodos históricos objetos del estudio. El nivel de confianza establecido para las pruebas de contraste será del 95%. De esta forma al reducir el nivel de confianza, más reducido es el rango aceptado.

Existen una serie de indicadores que intentan capturar la precisión de los diferentes modelos, evaluando si la proporción de las pérdidas que superaron el VaR son consistentes con los niveles de confianza de los modelos. Un buen modelo es capaz de evitar la concentración de las excepciones, reaccionado rápidamente a los cambios en la volatilidad de instrumentos y correlaciones.

Por definición el VaR mide las pérdidas esperadas bajo condiciones normales de mercado. Esta limitación del VaR será por tanto examinada en el periodo de crisis en esta tesis.

Los indicadores a utilizar van a ser los siguientes:

a) Test Proporción de Excepciones.

Kupiec (1995) basa este test en la obtención de fallos observados en el periodo estudiado, examinando la frecuencia de las pérdidas en los excesos de VaR. Utiliza el test del Ratio de Máxima Verosimilitud (RMV), con la probabilidad teórica de que el modelo VaR es igual a la probabilidad real cubierta por el modelo Var ($P=P1$).

n = Número total de resultados en el periodo de las observaciones.

x = Variable aleatoria de Bernoulli, representa el número total de fracasos observados.

P = Probabilidad cubierta por el modelo.

P1= Probabilidad especificada por el modelo.

P2= Estimador de Máxima verosimilitud de P, dado por x/n ($n \geq 1$) en el test.

$$RMV = -2 \ln \left[\frac{P1^x (1-P1)^{n-x}}{P2^x (1-P2)^{n-x}} \right]$$

Una vez calculado el RMV, se calculará el valor crítico (VC) de una distribución chi2 con un grado de libertad para el nivel de confianza especificado en el test. Si $RMV < VC$ aceptamos la hipótesis nula, con el nivel de confianza especificado no podemos rechazar que $P=P1$. Si $RMV \geq VC$ rechazamos la hipótesis nula, con el nivel de confianza especificado rechazamos $P=P1$.

b) Test de Independencia entre excepciones.

Haas (2001) argumenta que el test desarrollado por Chirstoffersen (2004) basado en el concepto de duración y en el estudio de independencia de excepciones, resulta débil y sugiere utilizar el test de tiempo entre excepciones de Kupiec, con una aproximación basada en la duración de Chirstoffersen.

$$RMV = \sum_{i=2}^n -2 \ln \left[\frac{P1^x (1-P1)^{V_i-1}}{\frac{1}{V1} x \left(1 - \frac{1}{V1}\right)^{V_i-1}} \right] - 2 \ln \left[\frac{P1^x (1-P1)^{V-1}}{\frac{1}{V} x \left(1 - \frac{1}{V}\right)^{V-1}} \right]$$

P1 = Probabilidad especificada en el modelo.

n = número de excepciones.

Vi = Tiempo entre las excepciones en i e i-1.

V = Tiempo a la primera excepción.

Que es un Chi2 con n grados de libertad.

c) Test mixto de Kupiec (1995)

Se obtiene combinando el test de independencia con el de proporción. $RMV = RMV_{proporción de excepciones} + RMV_{independencia de excepciones}$. Que es una Chi2 con $n+1$ grados de libertad.

Este test integra las dos variables más importantes del backtesting, el número de excepciones y la frecuencia que se producen. Por lo tanto, si $RMV < VC$ aceptamos el modelo. Si $RMV \geq VC$ rechazamos el modelo. Siendo VC el valor crítico del Chi2.

5.3.1. ANÁLISIS BACKTESTING DEL TIPO DE CAMBIO (FX)

En este apartado se refleja el periodo de referencia sobre el que se ha realizado el backtesting para el factor de riesgo del tipo de cambio, en las figuras 11 a 13 se muestra el backtesting para los diferentes periodos y en las tablas 22 a 24 la comparación de los estadísticos en los diferentes periodos para los distintos métodos.

FX Precrisis

Período de Estudio	16/06/06 - 29/06/07
Núm. De Observaciones	269
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 11: Backtesting Fx periodo precrisis

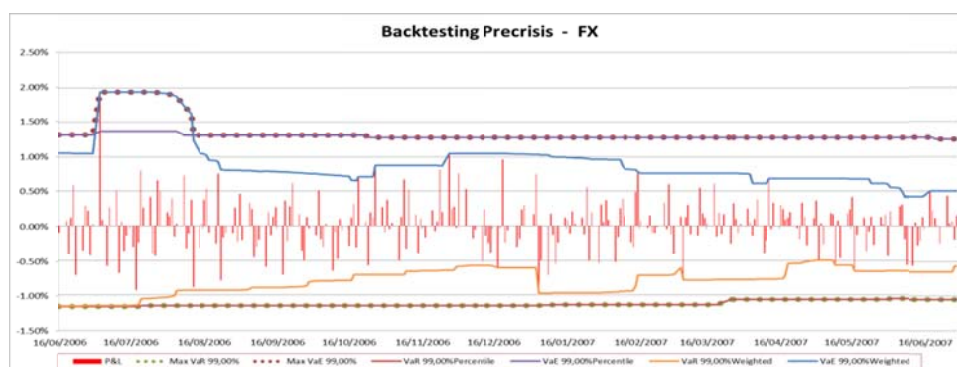


Tabla 22: Comparación diferentes métodos Backtesting para FX periodo precrisis

	PRECRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado
Test proporción Excepciones									
Número Excepciones	1	0	1	13	6	7	1	0	1
Intervalo de aceptación	[2-10]	[1-6]	[1-6]	[2-10]	[1-6]	[1-6]	[2-10]	[1-6]	[1-6]
RMV	5.4670	5.4071	1.4116	7.9212	3.0479	4.8393	5.4670	5.4071	1.4116
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia									
RMV	1.5261	0.0000	2.7094	17.1612	12.1483	11.9456	1.5261	0.0000	2.7094
Valor Crítico	3.8415	0.0000	3.8415	22.3620	12.5916	14.0671	3.8415	0.0000	3.8415
Test Mixto de Kupiec									
RMV	6.9931	5.4071	4.1210	25.0824	15.1962	16.7849	6.9931	5.4071	4.1210
Valor Crítico	5.9915	0.0000	5.9915	23.6848	14.0671	15.5073	5.9915	0.0000	5.9915

Fuente: elaboración propia

FX Crisis

Período de Estudio	03/07/07 - 31/12/13
Núm. De Observaciones	1687
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 12: Backtesting Fx período crisis

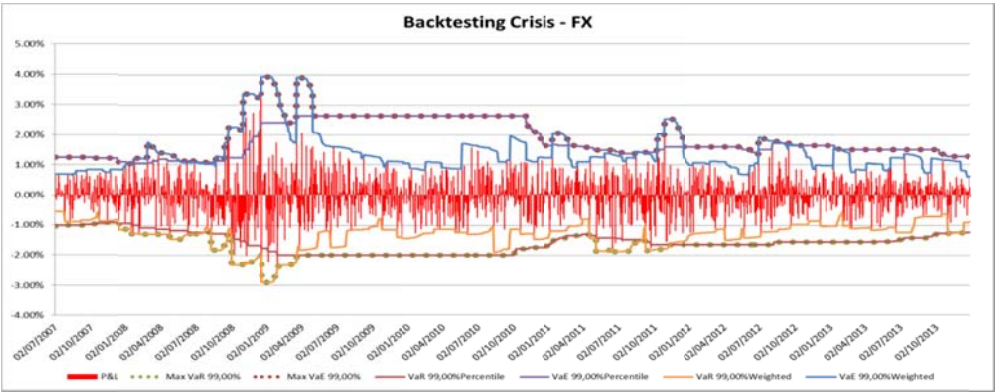


Tabla 23: Comparación diferentes métodos Backtesting para FX periodo crisis

	CRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
Test proporción Excepciones	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Número Excepciones	53	29	24	86	36	50	29	14	15
Intervalo de aceptación RMV	[24-45]	[10-25]	[10-25]	[24-45]	[10-25]	[10-25]	[24-45]	[10-25]	[10-25]
Valor Crítico	9.5757	7.2503	2.6913	58.0837	16.5347	43.0502	0.7131	0.5235	0.2175
	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
RMV	164.0530	99.8106	70.9174	139.6404	47.3904	102.0166	70.2076	32.3148	31.4739
Valor Crítico	70.9935	42.5570	36.4150	108.6479	50.9985	67.5048	42.5570	23.6848	24.9958
Test Mixto de Kupiec	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
RMV	173.6287	107.0610	73.6087	197.7241	63.9250	145.0667	70.9206	32.8383	31.6914
Valor Crítico	72.1532	43.7730	37.6525	109.7733	52.1923	68.6693	43.7730	24.9958	26.2962

Fuente: elaboración propia

FX Postcrisis

Período de Estudio	03/01/14 - 17/12/14
Núm. De Observaciones	249
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 13: Backtesting Fx periodo postcrisis

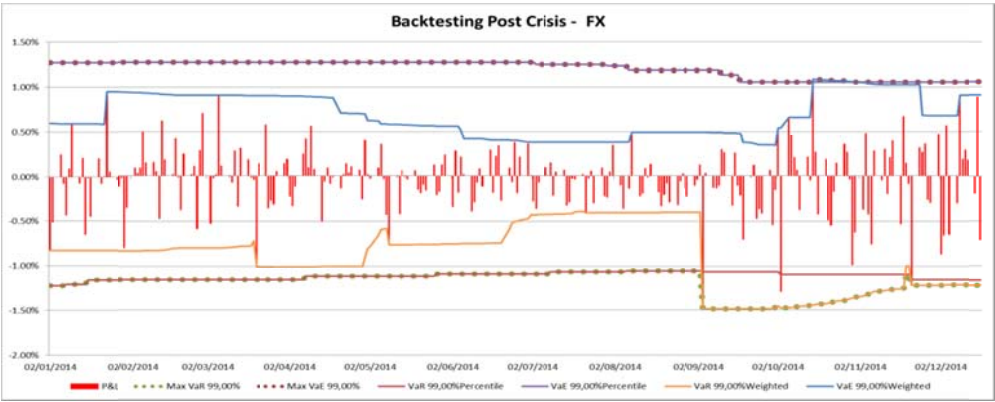


Tabla 24: Comparación diferentes métodos Backtesting para FX periodo postcrisis

	POSTCRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
Test proporción Excepciones	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado
Número Excepciones	3	3	0	11	5	6	2	2	0
Intervalo de aceptación	[2-9]	[1-6]	[1-6]	[2-9]	[1-6]	[1-6]	[2-9]	[1-6]	[1-6]
RMV	0.9351	0.0990	5.0051	5.5440	1.9772	3.5839	2.3471	0.1044	5.0051
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Rechazado
RMV	3.2382	2.7676	0.0000	12.9367	2.6433	13.6709	2.5443	0.6671	0.0000
Valor Crítico	7.8147	7.8147	0.0000	19.6751	11.0705	12.5916	5.9915	5.9915	0.0000
Test Mixto de Kupiec	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Rechazado
RMV	4.1733	2.8667	5.0051	18.4807	4.6205	17.2548	4.8915	0.7716	5.0051
Valor Crítico	9.4877	9.4877	0.0000	21.0261	12.5916	14.0671	7.8147	7.8147	0.0000

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en las tablas 22 a 24 y las figuras de 11 a 13, en el test de proporción de excepciones en el periodo precrisis, son rechazados los métodos de VaR máximo y VaR percentil porque no tienen ninguna excepción. Por percentil ponderado es aceptado puesto que el número de excepciones al nivel de confianza seleccionado se encuentra dentro del intervalo de aceptación.

Sin embargo, en el periodo de crisis, el único modelo aceptado es el VaR máximo y se rechazan los otros dos, demostrando que este método es más conservador.

En el periodo de postcrisis los 3 métodos de VaR son aceptados.

El test de independencia de excepciones en precrisis es aceptado para el método percentil ponderado y rechazado para los otros dos. En el periodo de crisis es aceptado para el método percentil ponderado y rechazado para los otros dos. En el periodo de post crisis es aceptado para los 3 métodos. El test mixto de Kupiec es rechazado para todos los métodos en los periodos de precrisis y crisis (aunque los valores más cercanos del aprobado los tiene el método de VaR máximo) y aceptado en el periodo postcrisis.

5.3.2 ANÁLISIS BACKTESTING CRÉDITO

En este apartado se refleja el periodo de referencia sobre el que se ha realizado el backtesting para el factor de riesgo de crédito, en las figuras 14 a 16 se muestra el backtesting para los diferentes periodos y en las tablas 25 a 27 la comparación de los estadísticos en los diferentes periodos para los distintos métodos.

Precrisis Crédito

Período de Estudio	16/06/06 - 29/06/07
Núm. De Observaciones	269
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 14: Backtesting Credito periodo precrisis

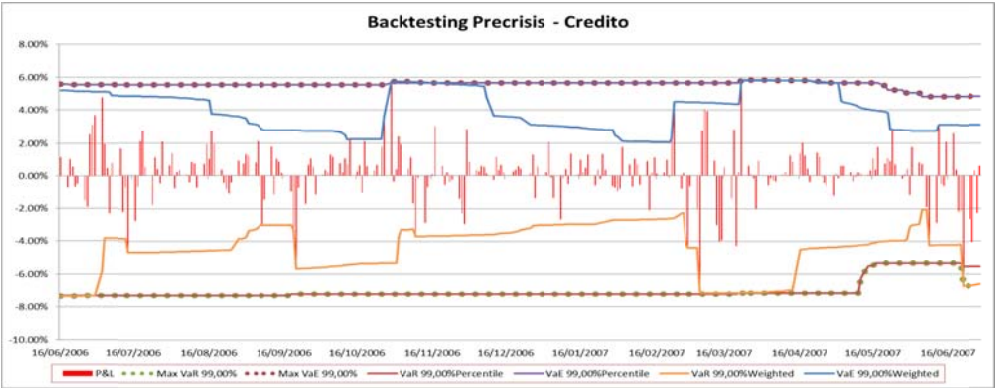


Tabla 25: Comparación diferentes métodos Backtesting para Crédito periodo precrisis

	PRECRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
Test proporción Excepciones	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Número Excepciones	3	1	2	16	9	7	3	1	2
Intervalo de aceptación	[2-10]	[1-6]	[1-6]	[2-10]	[1-6]	[1-6]	[2-10]	[1-6]	[1-6]
RMV	1.2770	1.4116	0.1962	14.0705	9.2690	4.8393	1.2770	1.4116	0.1962
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
RMV	1.2859	1.3362	0.0021	53.4380	29.8352	23.2966	1.2859	1.3362	0.0021
Valor Crítico	7.8147	3.8415	5.9915	26.2962	16.9190	14.0671	7.8147	3.8415	5.9915
Test Mixto de Kupiec	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
RMV	2.5628	2.7478	0.1983	67.5085	39.1042	28.1359	2.5628	2.7478	0.1983
Valor Crítico	9.4877	5.9915	7.8147	27.5871	18.3070	15.5073	9.4877	5.9915	7.8147

Fuente: elaboración propia.

Crisis Crédito

Período de Estudio	03/07/07 - 31/12/13
Núm. De Observaciones	1687
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 15: Backtesting Credito periodo crisis

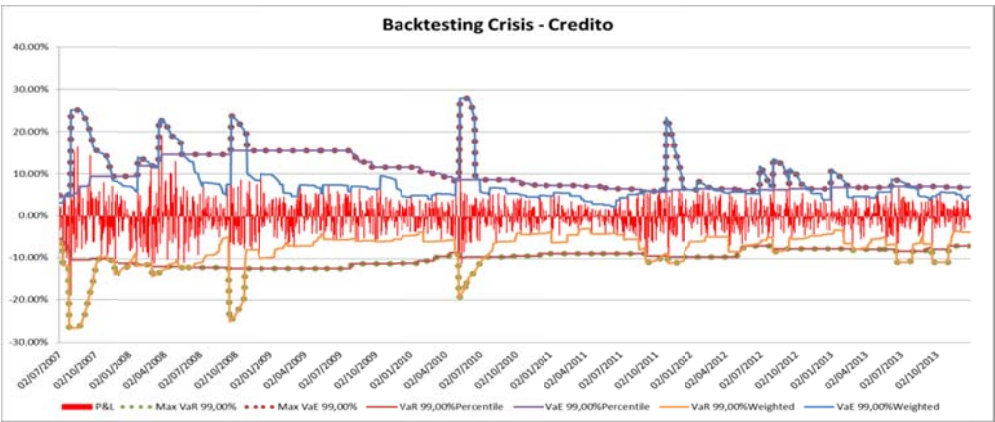


Tabla 26: Comparación diferentes métodos Backtesting para Crédito periodo crisis

	CRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Test proporción Excepciones									
Número Excepciones	49	24	25	87	41	46	32	18	14
Intervalo de aceptación	[24-45]	[10-25]	[10-25]	[24-45]	[10-25]	[10-25]	[24-45]	[10-25]	[10-25]
RMV	6.1886	2.6913	3.4466	60.0315	24.9092	34.5367	0.0931	0.0748	0.5235
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia									
RMV	189.8352	98.3357	77.0041	210.7260	74.9817	92.4202	102.6397	56.3170	20.2803
Valor Crítico	66.3386	36.4150	37.6525	109.7733	56.9424	62.8296	46.1943	28.8693	23.6848
Test Mixto de Kupiec									
RMV	196.0238	101.0270	80.4507	270.7575	99.8909	126.9569	102.7328	56.3918	20.8038
Valor Crítico	67.5048	37.6525	38.8851	110.8980	58.1240	64.0011	47.3999	30.1435	24.9958

Fuente: elaboración propia.

Postcrisis Crédito

Período de Estudio	03/01/14 - 17/12/14
Núm. De Observaciones	249
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 16: Backtesting Credito periodo potstcrisis

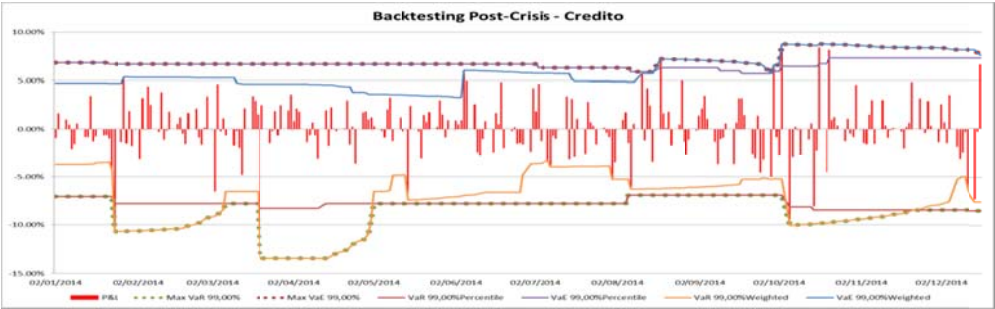


Tabla 27: Comparación diferentes métodos Backtesting para Crédito periodo potstcrisis

	POSTCRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Test proporción Excepciones									
Número Excepciones	8	3	5	16	10	6	6	3	3
Intervalo de aceptación	[2-9]	[1-6]	[1-6]	[2-9]	[1-6]	[1-6]	[2-9]	[1-6]	[1-6]
RMV	1.5817	0.0990	1.9772	15.8144	13.0172	3.5839	0.2002	0.0990	0.0990
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia									
RMV	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado
Valor Crítico	20.8486	2.8434	16.0344	47.4714	29.7921	12.9870	13.8884	2.8434	6.6870
	15.5073	7.8147	11.0705	26.2962	18.3070	12.5916	12.5916	7.8147	7.8147
Test Mixto de Kupiec									
RMV	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado
Valor Crítico	22.4303	2.9424	18.0116	63.2858	42.8093	16.5710	14.0886	2.9424	6.7860
	16.9190	9.4877	12.5916	27.5871	19.6751	14.0671	14.0671	9.4877	9.4877

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en las tablas 25 a 27 y las figuras de 14 a 16, para los 3 periodos analizados precrisis, crisis y postcrisis el test de proporción de excepciones se acepta para el método de VaR máximo y de percentil y se rechaza para el método percentil ponderado.

El test de independencia de excepciones en precrisis es aceptado para el método VaR máximo y percentil y rechazado para el método de percentil ponderado. En el periodo de crisis es rechazado para los 3 métodos. En el periodo de post crisis es aceptado para el método de VaR máximo y percentil y rechazado para el percentil ponderado.

El test mixto de Kupiec es aceptado para los métodos de VaR percentil y VaR máximo en el periodo de precrisis y rechazado para el VaR percentil ponderado. Es rechazado para todos los métodos en el periodo de crisis (aunque los valores más cercanos del aprobado los tiene el método de VaR máximo) y aceptado para los métodos de VaR máximo y VaR percentil rechazándose para el método de percentil ponderado en el periodo postcrisis.

5.3.3. ANÁLISIS BACKTESTING RENTA VARIABLE (EUROSTOXX)

En este apartado se refleja el periodo de referencia sobre el que se ha realizado el backtesting para el factor de riesgo de renta variable, en las figuras 17 a 19 se muestra el backtesting para los diferentes periodos y en las tablas 28 a 30 la comparación de los estadísticos en los diferentes periodos para los distintos métodos.

Precrisis Eurostoxx

Período de Estudio	16/06/06 - 29/06/07
Núm. De Observaciones	269
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 17: Backtesting Eurostoxx periodo precrisis

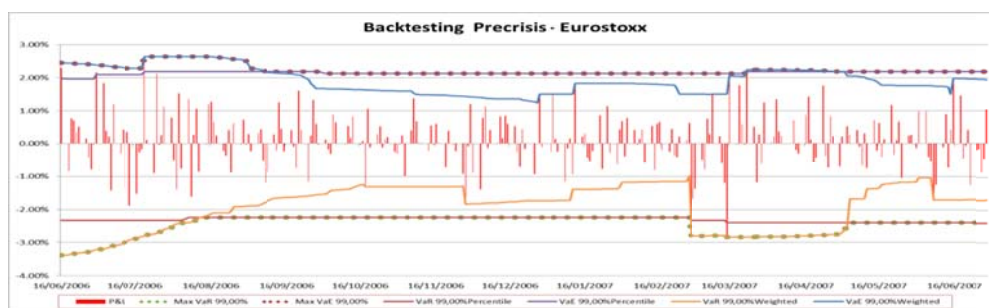


Tabla 28: Comparación diferentes métodos Backtesting para Eurostoxx periodo precrisis

	PRECRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
Test proporción Excepciones	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Número Excepciones	5	2	3	13	5	8	4	2	2
Intervalo de aceptación	[2-10]	[1-6]	[1-6]	[2-10]	[1-6]	[1-6]	[2-10]	[1-6]	[1-6]
RMV	0.0280	0.1962	0.0348	7.9212	1.5991	6.9250	0.3961	0.1962	0.1962
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
RMV	8.9971	3.1464	5.5317	27.1221	4.1976	19.8372	6.6061	3.1464	1.7342
Valor Crítico	11.0705	5.9915	7.8147	22.3620	11.0705	15.5073	9.4877	5.9915	5.9915
Test Mixto de Kupiec	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
RMV	9.0251	3.3426	5.5665	35.0433	5.7967	26.7622	7.0022	3.3426	1.9304
Valor Crítico	12.5916	7.8147	9.4877	23.6848	12.5916	16.9190	11.0705	7.8147	7.8147

Fuente: elaboración propia

Crisis Eurostoxx

Período de Estudio	03/07/07 - 31/12/13
Núm. De Observaciones	1687
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 18: Backtesting Eurostoxx periodo crisis

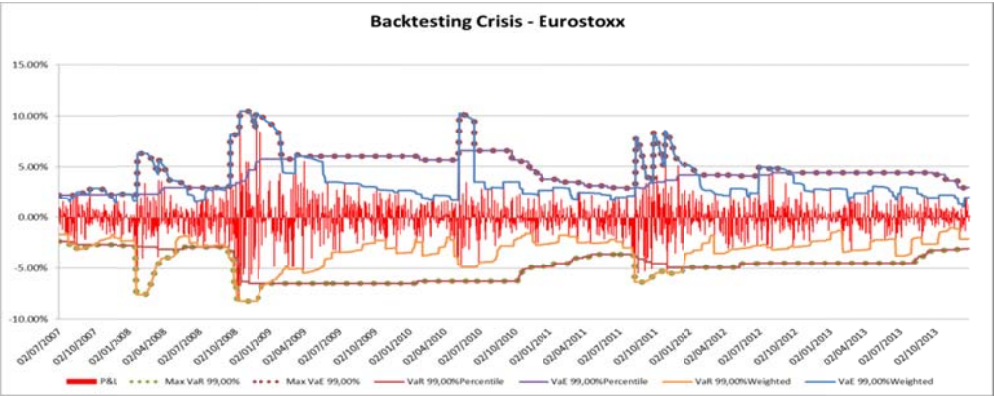


Tabla 29: Comparación diferentes métodos Backtesting para Eurostoxx periodo crisis

	CRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
Test proporción Excepciones	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Número Excepciones	53	21	32	95	49	46	27	11	16
Intervalo de aceptación	[24-45]	[10-25]	[10-25]	[24-45]	[10-25]	[10-25]	[24-45]	[10-25]	[10-25]
RMV	9.5757	0.9476	10.8502	76.4651	40.8579	34.5367	1.4737	2.3525	0.0461
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado
RMV	199.0466	81.7150	90.9811	217.7023	106.6484	78.8555	84.3560	37.0184	22.9702
Valor Crítico	70.9935	32.6706	46.1943	118.7516	66.3386	62.8296	40.1133	19.6751	26.2962
Test Mixto de Kupiec	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado
RMV	208.6223	82.6626	101.8313	294.1675	147.5063	113.3922	85.8297	39.3709	23.0163
Valor Crítico	72.1532	33.9244	47.3999	119.8709	67.5048	64.0011	41.3371	21.0261	27.5871

Fuente: elaboración propia

Postcrisis Eurostoxx

Período de Estudio	03/01/14 - 17/12/14
Núm. De Observaciones	249
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 19: Backtesting Eurostox periodo postcrisis

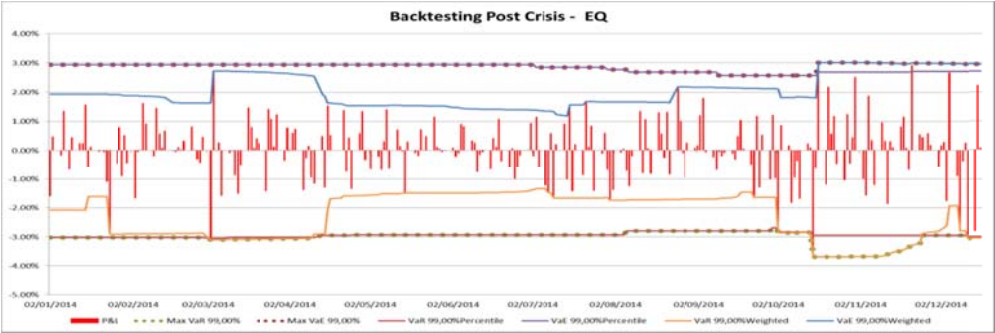


Tabla 30: Comparación diferentes métodos Backtesting para Eurostox periodo postcrisis

	POSTCRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
Test proporción Excepciones	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Número Excepciones	6	4	2	15	10	5	5	4	1
Intervalo de aceptación	[2-9]	[1-6]	[1-6]	[2-9]	[1-6]	[1-6]	[2-9]	[1-6]	[1-6]
RMV	0.2002	0.7814	0.1044	13.4558	13.0172	1.9772	0.0001	0.7814	1.1644
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
RMV	10.3392	4.4697	1.9756	38.7818	25.3678	7.3609	8.9482	4.4697	0.6801
Valor Crítico	12.5916	9.4877	5.9915	24.9958	18.3070	11.0705	11.0705	9.4877	3.8415
Test Mixto de Kupiec	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
RMV	10.5395	5.2511	2.0801	52.2376	38.3850	9.3381	8.9482	5.2511	1.8445
Valor Crítico	14.0671	11.0705	7.8147	26.2962	19.6751	12.5916	12.5916	11.0705	5.9915

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en las tablas 28 a 30 y las figuras 17 a 19, el test de proporción de excepciones en el periodo de precrisis se acepta para los 3 métodos. En el periodo de crisis se acepta para el VaR máximo y el VaR por percentil y se rechaza el VaR por percentil ponderado. En el periodo postcrisis se acepta para el VaR máximo y el VaR por percentil y se rechaza el VaR por percentil ponderado.

El test de independencia de excepciones en precrisis es aceptado para los 3 métodos. En el periodo de crisis es rechazado para los 3 métodos. En el periodo de postcrisis es aceptado para los métodos de VaR percentil y VaR máximo y rechazado para el VaR percentil ponderado.

El test mixto de Kupiec es aceptado para todos los métodos en el periodo de precrisis. Es rechazado para todos los métodos en el periodo de crisis (aunque los valores más cercanos del aprobado los tiene el método de VaR máximo) y aceptado para los métodos de VaR máximo y VaR percentil en el periodo postcrisis.

5.3.4 ANÁLISIS BACKTESTING SPREAD SOBERANO (PRIMA RIESGO ESPAÑA).

En este apartado se refleja el periodo de referencia sobre el que se ha realizado el backtesting para el factor de riesgo de spread soberano, en las figuras 20 a 22 se muestra el backtesting para los diferentes periodos y en las tablas 31 a 33 la comparación de los estadísticos en los diferentes periodos para los distintos métodos.

Precrisis Spread Soberano

Período de Estudio	16/06/06 - 29/06/07
Núm. De Observaciones	269
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 20: Backtesting Spread España período precrisis

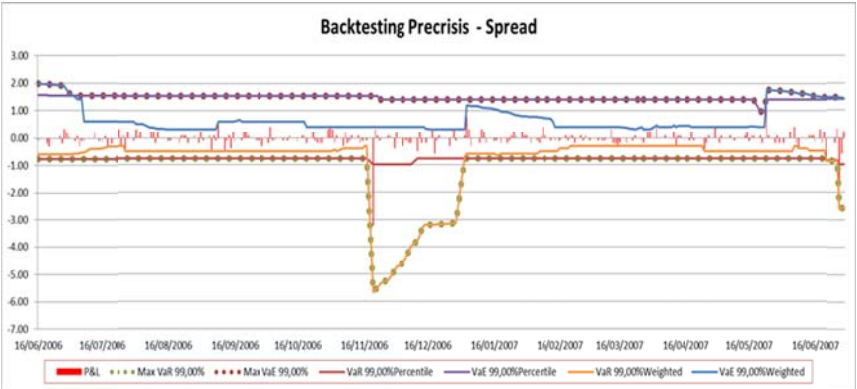


Tabla 31: Comparación diferentes métodos Backtesting para Spread España período precrisis

	PRECRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
Test proporción Excepciones	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Número Excepciones	4	3	1	11	7	4	4	3	1
Intervalo de aceptación	[2-10]	[1-6]	[1-6]	[2-10]	[1-6]	[1-6]	[2-10]	[1-6]	[1-6]
RMV	0.3961	0.0348	1.4116	4.6152	4.8393	0.5605	0.3961	0.0348	1.4116
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
RMV	6.2903	4.9809	1.0809	10.3655	11.0238	1.1580	6.2903	4.9809	1.0809
Valor Crítico	9.4877	7.8147	3.8415	19.6751	14.0671	9.4877	9.4877	7.8147	3.8415
Test Mixto de Kupiec	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
RMV	6.6864	5.0157	2.4925	14.9807	15.8631	1.7184	6.6864	5.0157	2.4925
Valor Crítico	11.0705	9.4877	5.9915	21.0261	15.5073	11.0705	11.0705	9.4877	5.9915

Fuente: elaboración propia

Crisis Spread Soberano

Período de Estudio	03/07/07 - 31/12/13
Núm. De Observaciones	1687
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 21: Backtesting Spread España período crisis

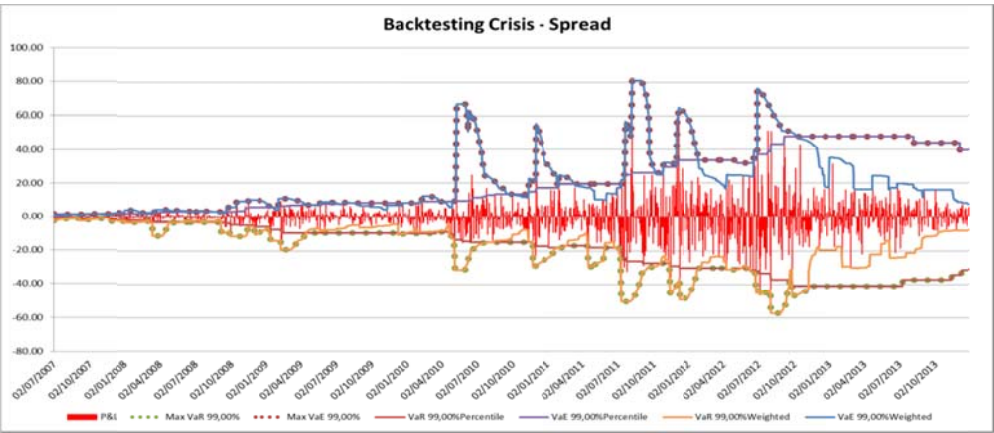


Tabla 32: Comparación diferentes métodos Backtesting para Spread España período crisis

	CRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
Test proporción Excepciones	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
Número Excepciones	110	53	57	95	48	47	58	26	32
Intervalo de aceptación	[24-45]	[10-25]	[10-25]	[24-45]	[10-25]	[10-25]	[24-45]	[10-25]	[10-25]
RMV	111.0482	49.8713	59.5087	76.4651	38.7076	36.6003	14.6818	4.2831	10.8502
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
RMV	407.1290	222.0442	190.8713	260.5096	116.7592	110.5140	136.5112	47.6884	69.5678
Valor Crítico	135.4802	70.9935	75.6237	118.7516	65.1708	64.0011	76.7778	38.8851	46.1943
Test Mixto de Kupiec	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
RMV	518.1772	271.9155	250.3800	336.9747	155.4668	147.1143	151.1929	51.9715	80.4180
Valor Crítico	136.5911	72.1532	76.7778	119.8709	66.3386	65.1708	77.9305	40.1133	47.3999

Fuente: elaboración propia

.Postcrisis Spread soberano

Período de Estudio	03/01/14 - 17/12/14
Núm. De Observaciones	249
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 22: Backtesting Spread España período postcrisis

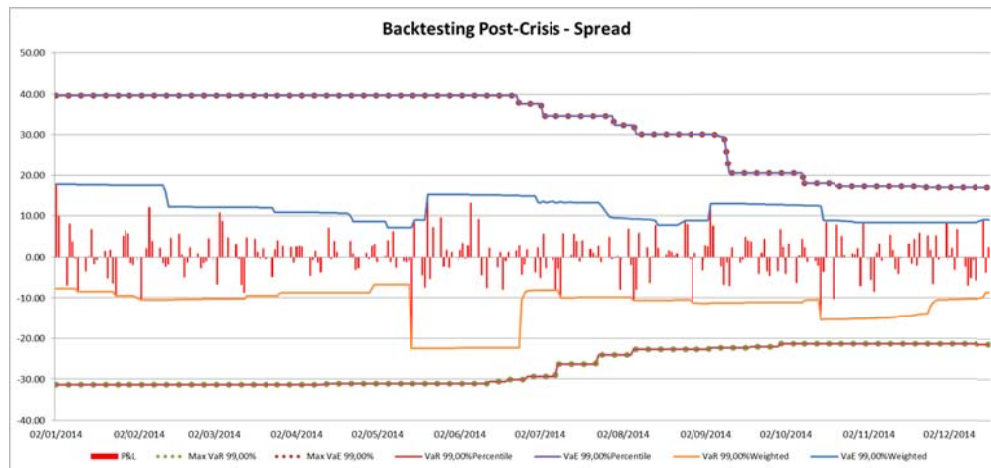


Tabla 33: Comparación diferentes métodos Backtesting para Spread España período postcrisis

	POSTCRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
Test proporción Excepciones	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
Número Excepciones	0	0	0	13	8	5	0	0	0
Intervalo de aceptación	[2-9]	[1-6]	[1-6]	[2-9]	[1-6]	[1-6]	[2-9]	[1-6]	[1-6]
RMV	10.0609	5.0051	5.0051	9.1740	7.7786	1.9772	10.0609	5.0051	5.0051
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
RMV	0.0000	0.0000	0.0000	28.4191	16.0480	8.9868	0.0000	0.0000	0.0000
Valor Crítico	0.0000	0.0000	0.0000	22.3620	15.5073	11.0705	0.0000	0.0000	0.0000
Test Mixto de Kupiec	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
RMV	10.0609	5.0051	5.0051	37.5931	23.8266	10.9640	10.0609	5.0051	5.0051
Valor Crítico	0.0000	0.0000	0.0000	23.6848	16.9190	12.5916	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en las tablas de 31 a 33 y las figuras de 20 a 22, el test de proporción de excepciones en el periodo de precrisis se acepta para el VaR máximo también se acepta para el VaR por percentil. El VaR por percentil ponderado se rechaza.

El test de proporción de excepciones en el periodo de crisis se rechaza para los 3 métodos aunque en este caso el VaR máximo está muy cerca del intervalo de aceptación. El test de proporción de excepciones en el periodo de postcrisis se rechaza para los 3 métodos aunque en el VaR máximo y VaR percentil la causa es no tener ningún exceso.

El test de independencia de excepciones en precrisis es aceptado para los 3 métodos. En el periodo de crisis es rechazado para los 3 métodos. En el periodo de postcrisis es rechazado para los 3 métodos.

El test mixto de Kupiec es aceptado para los métodos de VaR percentil y VaR Máximo en el periodo de precrisis. Es rechazado para todos los métodos en el periodo de crisis (aunque los valores más cercanos del aprobado los tiene el método de VaR máximo) y rechazado para todos los métodos en el periodo postcrisis.

5.3.5. ANÁLISIS BACKTESTING TIPO DE INTERES

En este apartado se refleja el periodo de referencia sobre el que se ha realizado el backtesting para el factor de riesgo de tipo de interes, en las figuras 23 a 25 se muestra el backtesting para los diferentes periodos y en las tablas 34 a 36 la comparación de los estadísticos en los diferentes periodos para los distintos métodos.

Precrisis Tipo Interes

Período de Estudio	16/06/06 - 29/06/07
Núm. De Observaciones	269
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 23: Backtesting Curva EURSWAP 6M plazo 10Y período precrisis

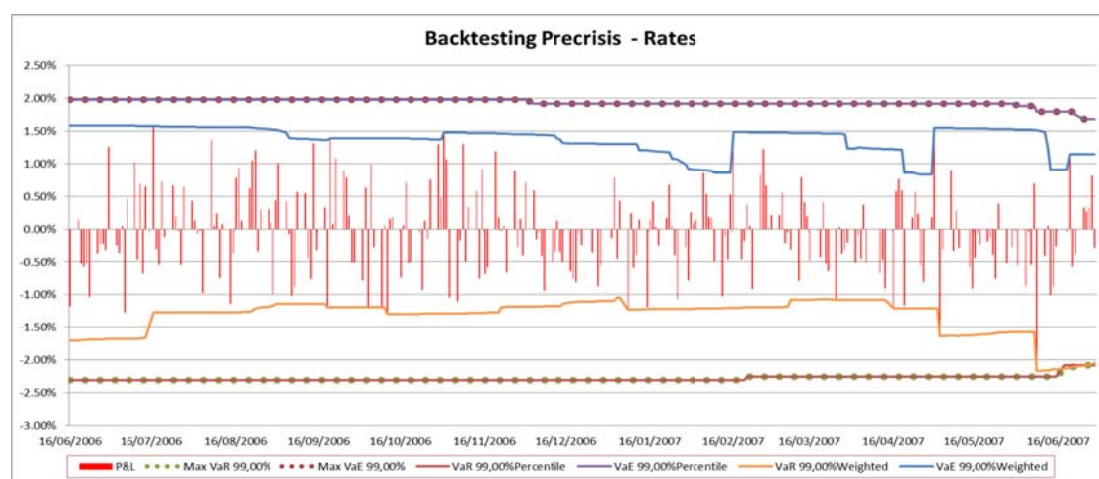


Tabla 34: Comparación diferentes métodos Backtesting para Curva EURSWAP

6M plazo 10Y período precrisis

	PRECRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
Test proporción Excepciones	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
Número Excepciones	0	0	0	12	7	5	0	0	0
Intervalo de aceptación RMV	[2-10]	[1-6]	[1-6]	[2-10]	[1-6]	[1-6]	[2-10]	[1-6]	[1-6]
Valor Crítico	10.8691	5.4071	5.4071	6.1809	4.8393	1.5991	10.8691	5.4071	5.4071
	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
RMV	0.0000	0.0000	0.0000	20.7190	8.4637	2.3608	0.0000	0.0000	0.0000
Valor Crítico	0.0000	0.0000	0.0000	21.0261	14.0671	11.0705	0.0000	0.0000	0.0000
Test Mixto de Kupiec	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
RMV	10.8691	5.4071	5.4071	26.8998	13.3030	3.9599	10.8691	5.4071	5.4071
Valor Crítico	0.0000	0.0000	0.0000	22.3620	15.5073	12.5916	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: elaboración propia

Crisis Tipo Interés

Período de Estudio	03/07/07 - 31/12/13
Núm. De Observaciones	1687
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 24: Backtesting Curva EURSWAP 6M plazo 10Y período crisis

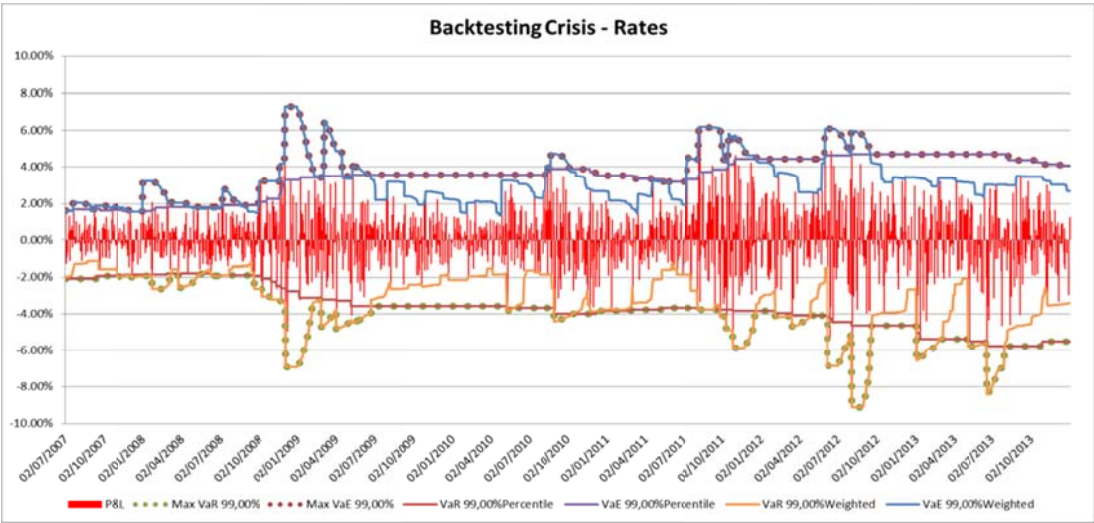


Tabla 35: Comparación diferentes métodos Backtesting para Curva EURSWAP 6M plazo 10Y período crisis

	CRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
Test proporción Excepciones	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Número Excepciones	67	32	35	85	45	40	43	24	19
Intervalo de aceptación	[24-45]	[10-25]	[10-25]	[24-45]	[10-25]	[10-25]	[24-45]	[10-25]	[10-25]
RMV	26.0788	10.8502	15.0243	56.1604	32.5178	23.1292	2.3883	2.6913	0.2610
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado
RMV	202.5635	61.3336	109.4426	175.4485	76.8493	82.0357	90.1056	27.0786	34.0876
Valor Crítico	87.1081	46.1943	49.8018	107.5217	61.6562	55.7585	59.3035	36.4150	30.1435
Test Mixto de Kupiec	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado
RMV	228.6423	72.1838	124.4669	231.6089	109.3671	105.1649	92.4940	29.7699	34.3486
Valor Crítico	88.2502	47.3999	50.9985	108.6479	62.8296	56.9424	60.4809	37.6525	31.4104

Fuente: elaboración propia

Postcrisis Tipo Interés

Período de Estudio	03/01/14 - 17/12/14
Núm. De Observaciones	249
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 25: Backtesting Curva EURSWAP 6M plazo 10Y período postcrisis

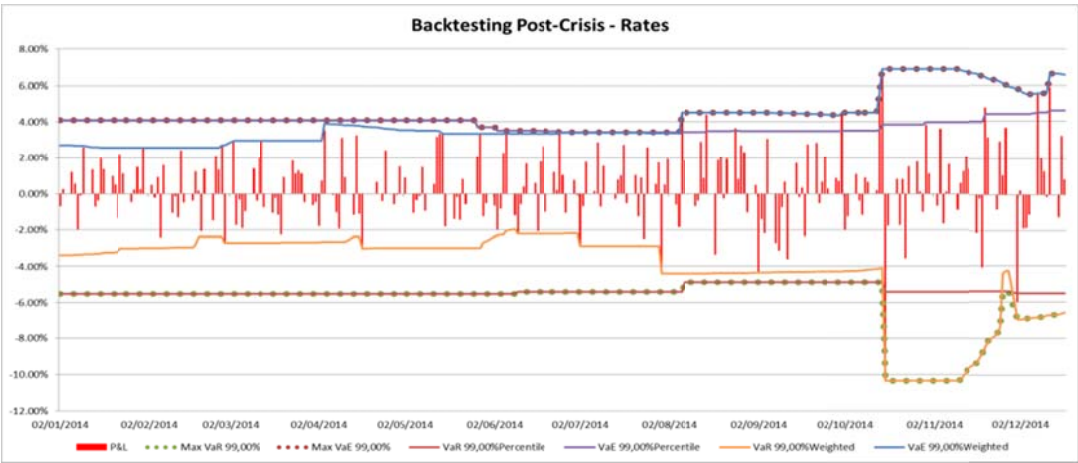


Tabla 36: Comparación diferentes métodos Backtesting para Curva EURSWAP 6M plazo 10Y período postcrisis

	POSTCRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
Test proporción Excepciones	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Número Excepciones	11	2	9	16	7	9	7	2	5
Intervalo de aceptación	[2-9]	[1-6]	[1-6]	[2-9]	[1-6]	[1-6]	[2-9]	[1-6]	[1-6]
RMV	5.5440	0.1044	10.2824	15.8144	5.5338	10.2824	0.7435	0.1044	1.9772
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado
RMV	33.8693	1.6033	29.7480	45.8229	7.0668	23.2628	21.5474	1.6033	13.7457
Valor Crítico	19.6751	5.9915	16.9190	26.2962	14.0671	16.9190	14.0671	5.9915	11.0705
Test Mixto de Kupiec	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado
RMV	39.4133	1.7077	40.0304	61.6374	12.6006	33.5453	22.2909	1.7077	15.7229
Valor Crítico	21.0261	7.8147	18.3070	27.5871	15.5073	18.3070	15.5073	7.8147	12.5916

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en las tablas 34 a 36 y las figuras 23 a 25, el test de proporción de excepciones en el periodo de precrisis es rechazado para los 3 métodos, aunque en el VaR máximo y VaR percentil la causa es no tener ningún exceso.

En el test de proporción de excepciones en el periodo de crisis, el único método que se acepta es el VaR máximo. En el periodo postcrisis se acepta para el VaR máximo y el VaR por percentil y se rechaza el VaR por percentil ponderado.

El test de independencia de excepciones en precrisis es aceptado para el método percentil ponderado y rechazado para los otros dos métodos. En el periodo de crisis es aceptado para el método de VaR máximo y rechazado para los otros dos métodos. En el periodo de post crisis es aceptado para los tres métodos.

El test mixto de Kupiec es rechazado para los tres métodos en el periodo de precrisis. Es aceptado únicamente para el VaR máximo en el periodo de crisis y aceptado para los métodos VaR percentil y VaR máximo en el periodo de postcrisis, rechazándose para el método de percentil ponderado.

5.3.6. ANÁLISIS BACKTESTING COMMODITIES

En este apartado se refleja el periodo de referencia sobre el que se ha realizado el backtesting para el factor de riesgo commodities, en las figuras 26 a 28 se muestra el backtesting para los diferentes periodos y en las tablas

37 a 39 la comparación de los estadísticos en los diferentes periodos para los distintos métodos.

Precrisis Commodities

Período de Estudio	16/06/06 - 29/06/07
Núm. De Observaciones	269
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 26: Backtesting Commodities período precrisis

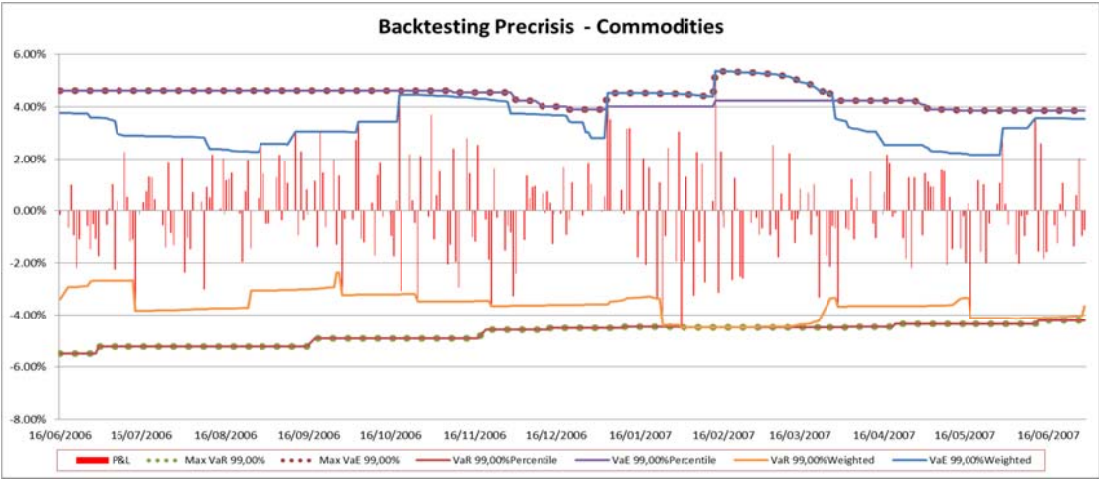


Tabla 37: Comparación diferentes métodos Backtesting para Commodites período precrisis

	PRECRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Test proporción Excepciones									
Número Excepciones	3	1	2	17	9	8	3	1	2
Intervalo de aceptación	[2-10]	[1-6]	[1-6]	[2-10]	[1-6]	[1-6]	[2-10]	[1-6]	[1-6]
RMV	1.2770	1.4116	0.1962	16.3977	9.2690	6.9250	1.2770	1.4116	0.1962
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia									
RMV	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Valor Crítico	4.2010	0.2699	1.2647	28.6342	18.1079	12.9305	4.2010	0.2699	1.2647
Test Mixto de Kupiec									
RMV	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Valor Crítico	5.4779	1.6815	1.4609	45.0319	27.3769	19.8555	5.4779	1.6815	1.4609
	9.4877	5.9915	7.8147	28.8693	18.3070	16.9190	9.4877	5.9915	7.8147

Fuente: elaboración propia

Crisis Commodities

Período de Estudio	03/07/07 - 31/12/13
Núm. De Observaciones	1687
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 27: Backtesting Commodities período crisis

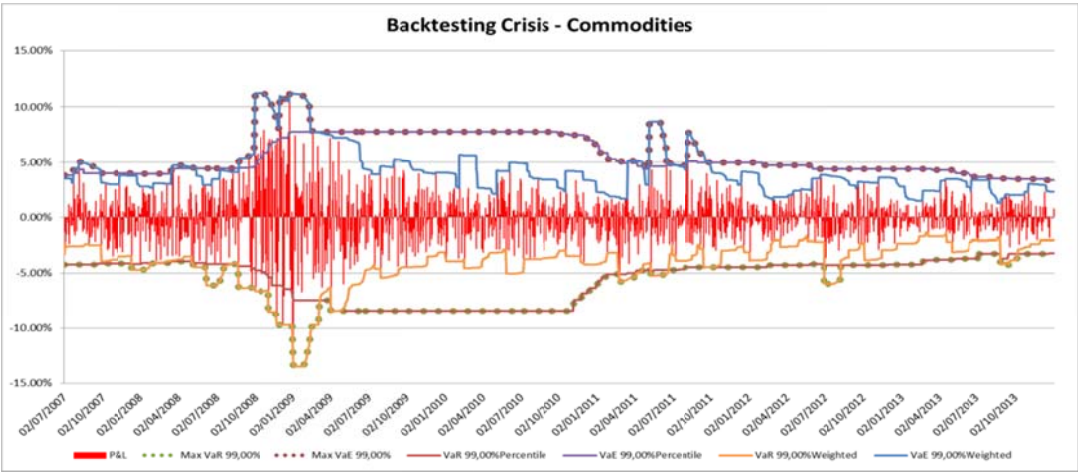


Tabla 38: Comparación diferentes métodos Backtesting para Commodites período crisis

	CRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
Test proporción Excepciones	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Número Excepciones	49	23	26	85	41	44	28	15	13
Intervalo de aceptación	[24-45]	[10-25]	[10-25]	[24-45]	[10-25]	[10-25]	[24-45]	[10-25]	[10-25]
RMV	6.1886	2.0206	4.2831	56.1604	24.9092	30.5446	1.0571	0.2175	0.9737
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
RMV	213.2455	76.2300	112.7271	166.7670	64.9301	78.5165	80.0177	26.5408	32.5926
Valor Crítico	66.3386	35.1725	38.8851	107.5217	56.9424	60.4809	41.3371	24.9958	22.3620
Test Mixto de Kupiec	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
RMV	219.4342	78.2505	117.0102	222.9274	89.8393	109.0611	81.0747	26.7583	33.5663
Valor Crítico	67.5048	36.4150	40.1133	108.6479	58.1240	61.6562	42.5570	26.2962	23.6848

Fuente: elaboración propia

Postcrisis Commodities

Período de Estudio	03/01/14 - 17/12/14
Núm. De Observaciones	249
Nivel de Confianza VaR	99%
Nivel de Confianza Backtesting	95%

Figura 28: Backtesting Commodities período postcrisis

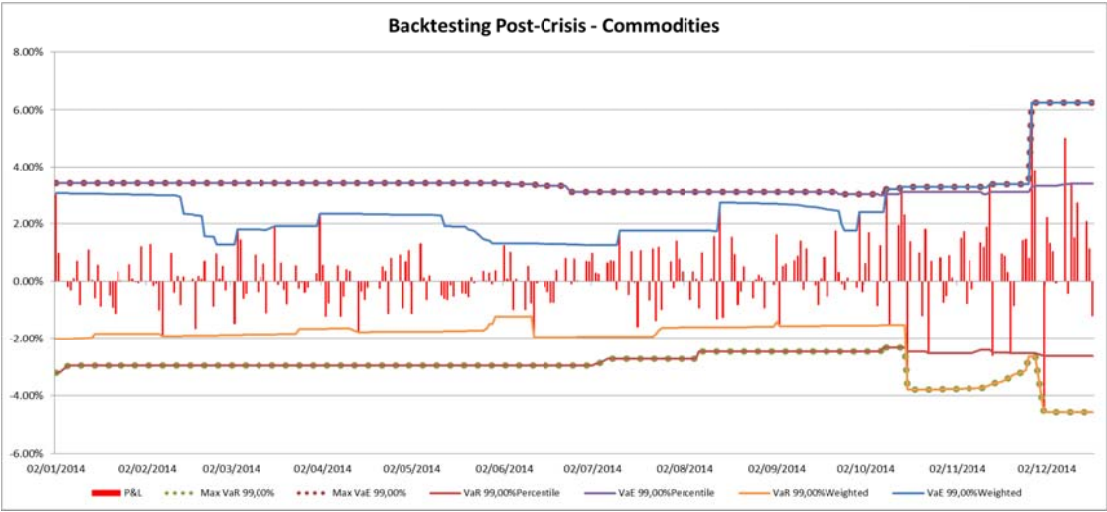


Tabla 39: Comparación diferentes métodos Backtesting para Commodites período postcrisis

	POSTCRISIS								
	Percentil			Percentil Ponderado			VaR Máximo		
	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE	Excepciones Total	Excepciones VaR	Excepciones VaE
	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
Test proporción Excepciones									
Número Excepciones	11	4	7	16	6	10	6	2	4
Intervalo de aceptación	[2-9]	[1-6]	[1-6]	[2-9]	[1-6]	[1-6]	[2-9]	[1-6]	[1-6]
RMV	5.5440	0.7814	5.5338	15.8144	3.5839	13.0172	0.2002	0.1044	0.7814
Valor Crítico	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415	3.8415
Test de independencia									
RMV	49.8882	9.6963	30.0086	28.3289	4.4204	22.1044	19.8798	1.6033	10.4363
Valor Crítico	19.6751	9.4877	14.0671	26.2962	12.5916	18.3070	12.5916	5.9915	9.4877
Test Mixto de Kupiec									
RMV	55.4321	10.4777	35.5424	44.1433	8.0044	35.1216	20.0800	1.7077	11.2177
Valor Crítico	21.0261	11.0705	15.5073	27.5871	14.0671	19.6751	14.0671	7.8147	11.0705

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en las tablas 37 a 39 y las figuras 26 a 28, el test de proporción de excepciones en el periodo de precrisis se acepta para el VaR máximo y el VaR por percentil. Se rechaza para el método VaR percentil ponderado. En el periodo de crisis se acepta igualmente para el VaR máximo y el VaR por percentil.

El test de proporción de excepciones en el periodo de postcrisis se acepta para los tres métodos.

El test de independencia de excepciones en precrisis es aceptado para el método VaR máximo y percentil y rechazado para percentil ponderado. En el periodo de crisis es rechazado para los tres métodos. En el periodo de post crisis es aceptado para VaR máximo y percentil ponderado y rechazado para el VaR percentil.

El test mixto de Kupiec es aceptado para los métodos de VaR percentil y VaR máximo en el periodo de precrisis. Es rechazado para todos los métodos en el periodo de crisis (aunque el VaR máximo está muy cerca de ser aceptado) y aceptado para todos los métodos en el periodo de postcrisis.

5.3.7. CONCLUSIONES BACKTESTING

En todos los activos analizados el número de excepciones calculadas para el VaR obtenido, como máximo entre el VaR por percentil y percentil ponderado, es menor que en el caso del cálculo por percentil o percentil ponderado. Como el VaR se ha obtenido diariamente al 1% o 99% de nivel de confianza en función del escenario que se haya definido como pérdida, aunque los documentos de Basilea toman como referencia periodos anuales con 250 escenarios, donde el número esperado que las pérdidas exceden al VaR se estimaría en $250 \cdot 0,01 = 2,5$ excepciones.

En este análisis hemos utilizado 260 escenarios para hacerlos coincidir con el año natural. De ahí se desprende que, excepto en el período 2007-2009, para tipo de cambio, en crédito para el período 2007-2008, renta variable en el período 2007-2009, spread España en el periodo 2007-2010 y 2011-2012, commodities en el período 2007-2009 y tipo de interés 2007-2009 y 2011-2013, el número de excepciones se mantiene por debajo de tres en un año (250 días), calculado por el método de VaR máximo.

Adicionalmente se destaca que en el caso de VaR máximo de ambos métodos (percentil y percentil ponderado), solamente estaríamos en zona roja marcada por Basilea (número de excepciones por encima de 10), donde la K regulatoria es máxima ($K=4$), en el caso de subyacente crédito en el período 2007-2008. En el caso del VaR calculado por uno solo de los métodos, son numerosos los casos en los que el modelo se encuentra en zona roja para los distintos subyacentes.

El backtesting provee información acerca de la precisión de un modelo de VaR. Para ello debe cumplir con dos propiedades, encontrarse dentro del intervalo de aceptación para el nivel de confianza seleccionado y además, las excepciones deben ser independientes unas de otras.

La medida más común es el test de proporciones de excepciones de Kupiec que mide el número de excepciones sobre el periodo de tiempo especificado. Para examinar la independencia de las excepciones nos hemos basado en el test mixto de Kupiec, puesto que según hemos analizado el test mixto de Kupiec es el test más informativo y seguro de los test presentados en este trabajo.

En este caso la evidencia muestra que, cuantos más excesos se tengan en uno de los tres métodos de VaR seleccionados, más posibilidades tiene el modelo de ser rechazado, dado que no cumpliría con los requisitos indicados por Basilea para aceptar el modelo. En todos los subyacentes analizados, el número de excesos obtenido por la metodología de VaR máximo entre las metodologías de percentil y percentil ponderado es menor que si se calculara por percentil o percentil ponderado. El VaR ha sido desarrollado para medir el riesgo de mercado bajo condiciones “normales” de mercado.

En periodos de precrisis para crédito, commodities, spread España y renta variable, el test mixto de Kupiec es aceptado para el VaR obtenido como máximo de ambas metodologías (percentil y percentil ponderado). En el caso de tipo de cambio y tipo de interés es rechazado. En el periodo de postcrisis para tipo de cambio, crédito, tipo de interés, Commodities y renta variable es aceptado el test mixto de Kupiec y únicamente es

rechazado para el Spread de España. En el periodo de crisis, el test mixto de Kupiec es aceptado para tipos de interés y rechazado para el resto de subyacente para el cálculo del VaR máximo, aunque presenta valores mejores que en el caso de los otros dos métodos.

Sin embargo, estos resultados pueden tener una explicación lógica. El VaR ha sido desarrollado para medir el riesgo de mercado bajo condiciones “normales” de mercado. El periodo de crisis estudiado presenta cambios en volatilidad que no habían sido previstos anteriormente, y el VaR en este caso, calculado por simulación histórica, no tiene “memoria” para predecir los cambios experimentados, ya que este periodo fue excepcional si lo comparamos con los años anteriores. Einhorn (2008) llegó a la conclusión de que la crisis financiera del año 2007-2008 había demostrado que las pérdidas extremas habían sido mucho más probables que los modelos que habían sido contrastados predijeron.

Tomando en cuenta las circunstancias anteriores, podemos concluir que el VaR máximo es el método que presenta mejores resultados en la muestra de backtesting realizado por los tres métodos estudiados.

5.4. ANÁLISIS DESCRIPTIVO CONSUMO DE CAPITAL PARA LOS DIFERENTES ACTIVOS

5.4.1. ANÁLISIS EXCEPCIONES

El Comité de Basilea (1996) estableció la realización de backtesting regulares para vigilar la frecuencia de las excepciones, estableciendo una penalización en la K regulatoria en función del número de excepciones. Se muestra en la siguiente tabla las diferentes zonas establecidas por Basilea y las distintas K regulatorias establecidas en función del número de excesos obtenidos para el VaR calculado al (1%, 99% de confianza):

Tabla 40: Recargo en la Kr en función del número de excepciones y clasificación zona de backtesting

Zona	Numero de Excepciones	Kr
Verde	0	0
	1	0
	2	0
	3	0
	4	0
Amarilla	5	0.4
	6	0.5
	7	0.65
	8	0.75
	9	0.85
Roja	>=10	1

Fuente: Comité de Basilea (1996)

El modelo es correcto estadísticamente si el número de excepciones es 2,5. Si las excepciones varían de 0 a 4 el modelo está en la zona verde. En la zona amarilla las excepciones varían de 5 a 9, existiendo un recargo en la Kr (K regulatoria) en función del número de excepciones.

El comité de Basilea (1996) clasifica las razones para los fallos del Backtesting en las siguientes categorías:

- **Basic integrity of the model:** El sistema es incapaz de capturar el riesgo de la posición o existe un problema en el cálculo de las volatilidades y correlaciones.
- **Model's accuracy could be improved:** El riesgo de algunos instrumentos no es medido con suficiente precisión
- **Bad luck or markets moved in fashion unanticipated by the model:** las volatilidades y correlaciones son muy diferentes a las previstas y el modelo no predice correctamente
- **Intra-day trading:** Se produce un cambio en la posición después de que el VaR estimado fuera calculado

Se ha observado el número de días en que el modelo se encontraba en cada una de las zonas definidas por Basilea (verde, amarilla y roja), para cada factor de riesgo, período seleccionado y método de VaR (VaR percentil, VaR percentil ponderado y máximo de ambos). La zona roja indica claramente que hay un problema con el modelo de VaR, que puede conducir automáticamente a un rechazo del modelo por los reguladores.

En las tablas 41 a 46 se muestra en periodos de un año (260 datos) el número de días en el que cada subyacente estaría en cada una de las zonas definidas para Basilea.

a) FX

Tabla 41: FX número de días y clasificación por zona de backtesting para cada método de VaR y período

Tipo de Cambio	Capital Percentile			Capital Percentil Ponderado			Capital Máximo		
	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo
15/06/2006 al 18/06/2007	260	0	0	230	30	0	260	0	0
19/06/2007 al 18/06/2008	165	95	0	0	202	58	220	40	0
19/06/2008 al 19/06/2009	0	72	188	0	244	16	40	220	0
22/06/2009 al 22/06/2010	160	25	75	47	213	0	260	0	0
23/06/2010 al 21/06/2011	260	0	0	0	260	0	260	0	0
22/06/2011 al 19/06/2012	18	242	0	143	117	0	260	0	0
20/06/2012 al 20/06/2013	260	0	0	201	59	0	260	0	0
21/06/2013 al 23/06/2014	260	0	0	99	161	0	260	0	0
24/06/2014 al 17/12/2014	127	0	0	66	61	0	127	0	0

Fuente: elaboración propia

b) CREDITO

Tabla 42: Crédito número de días y clasificación por zona de Backtesting para cada método de VaR y período

Crédito	Capital Percentile			Capital Percentil Ponderado			Capital Máximo		
	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo
15/06/2006 al 18/06/2007	260	0	0	180	80	0	260	0	0
19/06/2007 al 18/06/2008	21	10	229	0	15	245	28	200	32
19/06/2008 al 19/06/2009	149	88	23	37	221	2	149	109	2
22/06/2009 al 22/06/2010	260	0	0	0	260	0	260	0	0
23/06/2010 al 21/06/2011	260	0	0	35	225	0	260	0	0
22/06/2011 al 19/06/2012	260	0	0	13	247	0	260	0	0
20/06/2012 al 20/06/2013	260	0	0	117	143	0	260	0	0
21/06/2013 al 23/06/2014	260	0	0	0	260	0	260	0	0
24/06/2014 al 17/12/2014	127	0	0	0	109	18	127	0	0

Fuente: elaboración propia

c) TIPO DE INTERES

Tabla 43: Tipo de interés número de días y clasificación por zona de backtesting para cada método de VaR y período

Tipos de Interés	Capital Percentile			Capital Percentil Ponderado			Capital Máximo		
	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo
15/06/2006 al 18/06/2007	260	0	0	213	47	0	260	0	0
19/06/2007 al 18/06/2008	252	8	0	0	260	0	252	8	0
19/06/2008 al 19/06/2009	0	112	148	0	148	112	0	260	0
22/06/2009 al 22/06/2010	138	41	81	62	171	27	164	96	0
23/06/2010 al 21/06/2011	260	0	0	0	226	34	260	0	0
22/06/2011 al 19/06/2012	162	98	0	0	58	202	162	98	0
20/06/2012 al 20/06/2013	0	260	0	145	115	0	145	115	0
21/06/2013 al 23/06/2014	228	32	0	140	120	0	260	0	0
24/06/2014 al 17/12/2014	127	0	0	0	127	0	127	0	0

Fuente: elaboración propia

d) RIESGO SOBERANO ESPAÑA

Tabla 44: Spread España número de días y clasificación por zona de backtesting para cada método de VaR y período

Riesgo Soberano España	Capital Percentile			Capital Percentil Ponderado			Capital Máximo		
	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo
15/06/2006 al 18/06/2007	260	0	0	252	8	0	260	0	0
19/06/2007 al 18/06/2008	57	87	116	0	223	37	140	120	0
19/06/2008 al 19/06/2009	0	0	260	0	260	0	0	260	0
22/06/2009 al 22/06/2010	81	114	65	0	248	12	188	72	0
23/06/2010 al 21/06/2011	7	175	78	0	237	23	150	110	0
22/06/2011 al 19/06/2012	10	13	237	0	112	148	115	145	0
20/06/2012 al 20/06/2013	7	235	18	0	112	148	51	209	0
21/06/2013 al 23/06/2014	260	0	0	149	111	0	260	0	0
24/06/2014 al 17/12/2014	127	0	0	12	115	0	127	0	0

Fuente: elaboración propia

e) RENTA VARIABLE

Tabla 45: Eurostoxx número de días y clasificación por zona de backtesting para cada método de VaR y período

Renta Variable	Capital Percentile			Capital Percentil Ponderado			Capital Máximo		
	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo
15/06/2006 al 18/06/2007	260	0	0	251	9	0	260	0	0
19/06/2007 al 18/06/2008	42	218	0	0	198	62	111	149	0
19/06/2008 al 19/06/2009	20	161	79	0	116	144	189	71	0
22/06/2009 al 22/06/2010	181	79	0	36	196	28	260	0	0
23/06/2010 al 21/06/2011	260	0	0	0	177	83	260	0	0
22/06/2011 al 19/06/2012	66	194	0	0	184	76	260	0	0
20/06/2012 al 20/06/2013	225	35	0	177	83	0	260	0	0
21/06/2013 al 23/06/2014	260	0	0	95	165	0	260	0	0
24/06/2014 al 17/12/2014	127	0	0	0	97	30	127	0	0

Fuente: elaboración propia

f) COMMODITIES

Tabla 46: Commodities número de días y clasificación por zona de backtesting para cada método de VaR y período

Commodities	Capital Percentile			Capital Percentil Ponderado			Capital Máximo		
	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo	Nº días Verde	Nº días Amarillo	Nº días Rojo
15/06/2006 al 18/06/2007	260	0	0	153	84	23	260	0	0
19/06/2007 al 18/06/2008	260	0	0	0	101	159	260	0	0
19/06/2008 al 19/06/2009	45	49	166	0	0	260	45	192	23
22/06/2009 al 22/06/2010	135	31	94	38	100	122	162	98	0
23/06/2010 al 21/06/2011	260	0	0	97	163	0	260	0	0
22/06/2011 al 19/06/2012	260	0	0	0	110	150	260	0	0
20/06/2012 al 20/06/2013	260	0	0	0	256	4	260	0	0
21/06/2013 al 23/06/2014	260	0	0	3	257	0	260	0	0
24/06/2014 al 17/12/2014	127	0	0	35	79	13	127	0	0

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar para todos los subyacentes siempre el VaR máximo de ambos métodos (percentil y percentil ponderado) registra el menor número de días en zona roja.

5.4.2. ANÁLISIS DEL CONSUMO CAPITAL REGULATORIO

El actual consumo de capital aprobado por el comité de Basilea requiere que los bancos calculen el VaR para un horizonte temporal de 10 días usando un nivel de confianza del 99%. Estrictos mecanismos de backtesting son requeridos para prevenir que los bancos infravaloren el riesgo, y esta es la razón por la que el backtesting juega un importante papel permitiendo a los bancos usar sus modelos internos de VaR para cálculos de capital regulatorio (Jorion, 2001).

Si recordamos la fórmula del capital regulatorio por riesgo de mercado:

$$\text{Capital Reg RM (VaR)} = [\text{Max (VaRt, (VaR Medio 60 días} \times (3 + \text{Kr} + \text{Kc}))] * \text{Raiz(10)} + [\text{Max (SVaRt, (SVaR Medio 60 días} \times (3 + \text{Kr} + \text{Kc}))] * \text{Raiz(10)} + \text{IRC} + \text{APR}$$

Donde:

VaRt: VaR último día.

SVaRt: Stressed VaR último día.

Kr: recargo de capital en función del número de excepciones.

Kc: recargo de capital por factores cualitativos del modelo.

IRC: Incremental Risk Charge.

APR: All price Risk.

Estos dos últimos conceptos no son objeto de este estudio. Reflejan el consumo de capital por migración de rating y jump to default y el APR el consumo de capital por titulización y correlación de crédito.

En las tablas 47 a 51 se muestra el consumo de capital máximo, para cada subyacente, en cada periodo, por los diferentes métodos de cálculo de VaR. Para cada uno de los periodos de la muestra se ha obtenido el máximo capital regulatorio requerido durante el periodo por cada una de las metodologías estudiadas (VaR percentil, VaR percentil ponderado y VaR máximo). Por tanto, se ha calculado el consumo de capital regulatorio para cada día del periodo y se muestra el máximo del consumo del periodo. Teniendo en cuenta que los resultados de SVaR son comunes para los tres ejercicios (utilizando el SVaR máximo de todo el periodo histórico analizado hasta esa fecha), el resultado final del consumo de capital regulatorio, variará en función de las distintas cifras de VaR obtenidas para cada metodología y en función del número de excesos de backtesting que se obtiene para cada método.

a) Tipo de cambio (Fx).

En la tabla 47 se muestra por periodo, para el factor de riesgo tipo de cambio, el consumo de capital total para cada uno de los métodos de cálculo VaR y para el SVaR, como porcentaje de la posición FX Delta del USD, teniendo en cuenta el recargo regulatorio en función del número de excesos acumulados durante el último año para cada día.

Tabla 47: FX consumo máximo de capital para cada periodo por los diferentes métodos de VaR.

FX	Capital Percentile	Capital w-percentile	Capital Máx (perc & w-perc)
15/06/2006 al 18/06/2007	22,02%	21,93%	22,02%
19/06/2007 al 18/06/2008	29,06%	32,54%	28,43%
19/06/2008 al 19/06/2009	54,35%	55,34%	53,06%
22/06/2009 al 22/06/2010	54,35%	44,70%	40,76%
23/06/2010 al 21/06/2011	40,76%	44,98%	40,76%
22/06/2011 al 19/06/2012	45,59%	46,08%	39,50%
20/06/2012 al 20/06/2013	37,47%	36,75%	37,47%
21/06/2013 al 23/06/2014	36,50%	37,29%	36,50%
24/06/2014 al 17/12/2014	32,51%	39,81%	35,16%

Fuente: elaboración propia

Como ejemplo ilustrativo y suponiendo, un consumo del 22,02%, sobre una posición de 100MM de EUR en divisa USD, que dejaría 100MM de EUR de FX Delta en el USD, supondría un consumo de 22,02MM de EUR independientemente del nivel de cotización del subyacente.

b) Crédito (Itraxx 5Y)

En la tabla 48 se muestra, para el factor de riesgo de crédito, el consumo de capital total por VaR y SVaR en porcentaje en función de la sensibilidad al spread de crédito, teniendo en cuenta el recargo regulatorio en función del número de excesos acumulados durante el último año para cada día.

Tabla 48: Crédito consumo máximo de capital para cada periodo por los diferentes métodos de VaR.

Crédito	Capital Percentile	Capital Percentil Ponderado	Capital Máx (perc & Perc. Pond.)
15/06/2006 al 18/06/2007	136%	146%	136%
19/06/2007 al 18/06/2008	339%	443%	377%
19/06/2008 al 19/06/2009	340%	336%	354%
22/06/2009 al 22/06/2010	257%	308%	262%
23/06/2010 al 21/06/2011	232%	324%	267%
22/06/2011 al 19/06/2012	232%	290%	239%
20/06/2012 al 20/06/2013	219%	254%	219%
21/06/2013 al 23/06/2014	218%	304%	245%
24/06/2014 al 17/12/2014	218%	291%	230%

Fuente: elaboración propia

Como ejemplo ilustrativo, un consumo de 136% sobre una cartera de 100MM de EUR de nominal a 5Y, que dejaría unos 50.500 EUR de sensibilidad spread al punto básico para este subyacente supondría un consumo de 4,39 MM de EUR, teniendo en cuenta que la cotización del subyacente esté en niveles de 64 pb.

c) Tipo de interés (curva Eur 6m plazo 10 Y)

En la tabla 49 se muestra para el factor de riesgo de tipos de interés, el consumo de capital total por VaR y SVaR en porcentaje en función de la sensibilidad a los tipos de interés (Delta de tipos de interés calculada al 1%), teniendo en cuenta el recargo regulatorio en función del número de excesos acumulados durante el último año para cada día.

Tabla 49: Swap 10Y Euribor 6M, consumo máximo de capital para cada periodo por los diferentes métodos de VaR.

Tipo de Interés	Capital Percentile	Capital Percentil Ponderado	Capital Máx (perc & Perc. Pond.)
15/06/2006 al 18/06/2007	44%	44%	44%
19/06/2007 al 18/06/2008	44%	55%	48%
19/06/2008 al 19/06/2009	86%	106%	100%
22/06/2009 al 22/06/2010	90%	95%	90%
23/06/2010 al 21/06/2011	76%	98%	77%
22/06/2011 al 19/06/2012	100%	116%	101%
20/06/2012 al 20/06/2013	125%	138%	138%
21/06/2013 al 23/06/2014	122%	116%	118%
24/06/2014 al 17/12/2014	107%	153%	128%

Fuente: elaboración propia

Como ejemplo ilustrativo, un consumo de 44% sobre una cartera de 100MM de EUR de nominal a 10Y, que dejaría aproximadamente unos 100.000 EUR de sensibilidad de tipos de interés al punto básico para este subyacente supondría un consumo de 3,74 MM de EUR, teniendo en cuenta que la cotización del subyacente esté en niveles de 85 pb.

d) Spread España (prima riesgo España)

En la Tabla 50 se muestra, para el factor de riesgo de crédito de España, el consumo de capital total por VaR y SVaR en puntos de básicos en función de la sensibilidad spread al riesgo de soberano de España, teniendo en cuenta el recargo regulatorio en función del número de excesos acumulados durante el último año para cada día.

Tabla 50: Spread España, consumo máximo de capital para cada periodo por los diferentes métodos de VaR.

Riesgo Soberano España	Capital Percentile	Capital Percentil Ponderado	Capital Máx (perc & Perc. Pond.)
15/06/2006 al 18/06/2007	19	33	34
19/06/2007 al 18/06/2008	76	115	89
19/06/2008 al 19/06/2009	280	326	268
22/06/2009 al 22/06/2010	306	418	331
23/06/2010 al 21/06/2011	500	523	447
22/06/2011 al 19/06/2012	837	970	728
20/06/2012 al 20/06/2013	1,008	1,177	885
21/06/2013 al 23/06/2014	807	762	807
24/06/2014 al 17/12/2014	714	678	714

Fuente: elaboración propia

Como ejemplo ilustrativo, un consumo de 19 pb sobre una cartera de 100MM de EUR de nominal que dejaría unos 110.000 EUR de sensibilidad al spread al punto básico para este subyacente supondría un consumo de 2,09 MM de EUR, independientemente del nivel de cotización del subyacente.

e) Renta Variable (Eurostoxx)

En la Tabla 51 se muestra, para el factor de riesgo Eurostoxx, el consumo de capital total por VaR y sVaR en porcentaje sobre la delta nominal del Eurostoxx, teniendo en cuenta el recargo regulatorio en función del número de excesos acumulados durante el último año para cada día.

Tabla 51: Eurostoxx, consumo máximo de capital para cada periodo por los diferentes métodos de VaR.

Renta Variable	Capital Percentile	Capital Percentil Ponderado	Capital Máx (perc & Perc. Pond.)
15/06/2006 al 18/06/2007	49.44%	55.09%	55.09%
19/06/2007 al 18/06/2008	80.50%	117.17%	93.96%
19/06/2008 al 19/06/2009	176.96%	191.99%	163.22%
22/06/2009 al 22/06/2010	165.90%	144.68%	132.72%
23/06/2010 al 21/06/2011	130.44%	147.61%	130.44%
22/06/2011 al 19/06/2012	137.08%	168.89%	126.67%
20/06/2012 al 20/06/2013	135.13%	121.83%	115.82%
21/06/2013 al 23/06/2014	113.60%	115.72%	113.60%
24/06/2014 al 17/12/2014	99.20%	133.98%	101.96%

Fuente: elaboración propia

Como ejemplo ilustrativo un consumo de 49,44% sobre una cartera de 100MM de EUR de nominal, que dejaría 100MM de EUR de delta de equity al 1% para este subyacente supondría un consumo del 49,44 MM EUR, independientemente del nivel de cotización del subyacente.

f) Commodities (futuro Brent)

En la Tabla 52 se muestra, para el factor de riesgo commodities, el consumo de capital total por VaR y sVaR en porcentaje sobre la delta nominal del Brent (entendida esta como número de barriles x precio), teniendo en cuenta el recargo regulatorio en función del número de excesos acumulados durante el último año para cada día.

Tabla 52: Brent, consumo máximo de capital para cada periodo por los diferentes métodos de VaR.

Commodities	Capital Percentile	Capital Percentil Ponderado	Capital Máx (perc & Perc. Pond.)
15/06/2006 al 18/06/2007	94%	105%	94%
19/06/2007 al 18/06/2008	84%	111%	84%
19/06/2008 al 19/06/2009	229%	262%	253%
22/06/2009 al 22/06/2010	229%	213%	209%
23/06/2010 al 21/06/2011	172%	180%	172%
22/06/2011 al 19/06/2012	137%	180%	140%
20/06/2012 al 20/06/2013	133%	171%	140%
21/06/2013 al 23/06/2014	127%	146%	127%
24/06/2014 al 17/12/2014	120%	164%	125%

Fuente: elaboración propia

Como ejemplo ilustrativo, un consumo de 94% sobre una cartera de 100MM de EUR de nominal, que dejaría 100MM de EUR de delta de CM al 1% para este subyacente supondría un consumo del 94 MM EUR.

Como se puede ver en muchos de los casos el consumo de capital utilizando el máximo de ambos métodos, se obtienen valores óptimos en términos de capital respecto al consumo de capital de los métodos individuales, dado que el consumo final de capital es menor empleando la metodología de VaR máximo entre percentil y percentil ponderado y además las Kr (k regulatorias) de los períodos obtenidas con el backtesting son menores, por lo que los modelos son aceptados en un mayor número de casos. Este punto es beneficioso tanto para las entidades supervisoras, en tanto que los modelos están un menor número de días en zona amarilla y roja y para las entidades el consumo de capital está menos “gravado”.

5.5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Al utilizar el VaR por simulación histórica y periodos largos de estimación con niveles de confianza elevados, los datos de mercado más antiguos pesan más que los datos de mercado nuevos. Esto provoca que el VaR reaccione lentamente a cambios en los precios de mercado, sobre todo cuando existe gran volatilidad en el mercado, no recogida en la serie histórica. Por ello en este caso la mejor solución es utilizar el VaR calculado por percentil ponderado, donde las observaciones más recientes tienen más peso que las más alejadas en el tiempo (Dowd, 1998).

Como conclusión se puede determinar que debe ser usado en cada momento el VaR máximo calculado por ambos métodos. Tiene la ventaja de que el VaR por percentil ponderado va a reaccionar rápidamente ante los movimientos de mercado. Utilizar el VaR máximo por ambos métodos tiene, además, otra ventaja adicional, en periodos donde la volatilidad es estable. El VaR que predomina es el calculado por percentil, reflejando por tanto la volatilidad de largo plazo de la serie histórica de 520 datos. Este método de cálculo responde lentamente a cambios importantes en la volatilidad. Por este motivo, cuando se producen turbulencias financieras, el VaR máximo pasará a calcularse por percentil ponderado, reflejando la volatilidad más reciente al asignarle mayor peso, aunque en periodos de baja volatilidad con este último método se subestimaría el riesgo, ya que se ponderan más los datos más recientes.

Los excesos de backtesting se reducen significativamente si se utiliza una combinación de ambos métodos permitiendo que el modelo se encuentre en la mayoría de los casos en la zona verde establecida por Basilea. En el caso del VaR calculado por ponderación uniforme o percentil, funciona bien en aquellos casos en que la volatilidad varía poco en el tiempo o lo hace gradualmente. El VaR calculado por método pesos exponenciales o percentil ponderado sirve sobre todo cuando las series de precios sufren cambios severos de volatilidad, al introducir la ponderación. Dando más peso a la observación más reciente ($\lambda=0,94$), el VaR puede reflejar rápidamente los cambios en la volatilidad.

El tener un modelo de VaR óptimo va a reducir los requerimientos de capital de los bancos. Si se usa un modelo de VaR muy conservador provoca un alto consumo de capital, el número de excesos será bajo y por este motivo no se producirá un recargo regulatorio. Si se utiliza un modelo de VaR muy agresivo, el consumo de capital será bajo, pero tendrá un número importante de excesos en VaR que penalizarán la carga de capital por VaR, e incluso puede el regulador declarar el modelo como no adecuado. En este caso, como se ha visto en las pruebas anteriores, al utilizar el método de VaR máximo (percentil vs percentil ponderado) en muchos casos el consumo de capital es muy cercano al inferior de los métodos individuales, siendo un consumo de capital óptimo y además en la mayoría de los casos este método permitirá que el modelo no esté sujeto a revisión por el Supervisor, al encontrarse fuera de la zona roja de excepciones.

CAPITULO 6. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION

En los últimos años se ha venido debatiendo sobre el papel decisivo del VaR en la crisis económica mundial que ha tenido lugar. Se ha “acusado” al VaR de permitir a los bancos apalancarse en activos tóxicos en su papel como mecanismo regulador para el consumo de capital. El VaR en este caso no registró de forma correcta el verdadero riesgo que se estaba asumiendo, indicando que las posiciones acumuladas en activos tóxicos -como las hipotecas basuras y los productos estructurados surgidos a partir de estas- no tenían demasiado riesgos. Por lo tanto, los bancos por esta actividad tenían un consumo limitado de capital.

Con anterioridad a los acuerdos de Basilea sobre modelos internos de riesgos de mercado, los consumos de capital, por ejemplo para activos subprime, habrían sido más elevados que a partir del año 1996, cuando tuvo lugar el primer Acuerdo de Basilea. Este Acuerdo permitió a los reguladores aceptar los cálculos de los bancos que tenían aprobado los modelos internos de riesgos para establecer los requerimientos de capital por riesgo de mercado para las carteras de negociación. A raíz de los Acuerdos de Basilea, los bancos pudieron realizar trading sobre estas actividades con un consumo menor de capital, lo que permitió niveles de apalancamiento de la carga de capital respecto a las posiciones de trading registradas en el balance. El problema del VaR durante la crisis fue que, en este caso, el pasado no ha sido predictor del futuro, debido a que en los años anteriores a la crisis no había habido excesivas volatilidades en los mercados, con lo que los niveles de

VaR calculados para estas carteras tóxicas eran muy bajo. Según la definición de Jorion (1997) “el VaR mide la pérdida máxima esperada, o peor pérdida, en un intervalo de tiempo determinado, bajo condiciones normales de mercado, y para un nivel de confianza dado”, Una de las principales ventajas del VaR es que es fácil e intuitivamente entendido por no especialistas, y puede ser comunicado de un modo tal que la mayoría de la gente puede entender.

En los años 2007-2008 quedó claro que los requerimientos de capital por riesgo de mercado, sistemáticamente, fueron infraestimando las pérdidas potenciales en condiciones de estrés. La inclusión del SVaR en Basilea 2.5 es parte de un continuo esfuerzo para usar el VaR para investigar los extremos de las colas de riesgos, intentando replicar el cálculo del VaR que sería generado en una cartera actual, si los factores de mercado experimentaran un periodo de estrés (Montoro 2011). Una de las consecuencias derivadas de la crisis fue que las pérdidas en las carteras de “trading” fueron significativamente mayores que el mínimo capital requerido bajo el riesgo de mercado del Pilar I. Los reguladores concluyeron que los bancos se aprovecharon de los bajos requerimientos de capital. Por este motivo uno de los objetivos de los supervisores desde la reciente crisis de mercado es reducir la prociclicidad del VaR. Con la introducción del SVaR los requerimientos de capital por el componente de riesgo de mercado son menos procíclicos que los que se solían usar. Mientras que el recargo de capital por las excepciones del backtesting se sigue calculando basándose en el VaR. Por tanto ahora la calidad del modelo del VaR y el número de excepciones que tenga este penaliza en el consumo de capital por riesgo de mercado por partida doble, en el VaR y en el SVaR, ya que también este recargo

es añadido como multiplicador del SVaR a efectos de consumo de capital por riesgo de mercado.

Los bancos, por tanto, tienen un incentivo para obtener un modelo prudente, ya que el número de excepciones afecta directamente a la carga de capital. Ante esta nueva carga de capital, los bancos tienen que ajustar mejor sus modelos hacia una optimización de las cargas de capital, con la finalidad de que el consumo de capital sea lo más favorable posible y, de este modo, poder ser competitivos en el mercado. Como se ha demostrado en esta tesis, el consumo de capital utilizando el máximo de ambos métodos tiene valores, en muchos casos, mejores en función del riesgo asumido respecto al consumo de capital que los métodos individuales. Esto es debido a que al presentar un número menor de excesos, el recargo regulatorio debido al número de excesos del backtesting (K_r) es menor en el caso de utilizar el VaR máximo.

Basilea III supuso un hito en el diseño de la nueva arquitectura financiera internacional, con el objetivo de exigir más capital y mayor calidad a las entidades para hacerlas más resistentes a futuras crisis financieras. Se requieren entidades con más capital, más liquidez y menos apalancadas. Con lo que se pretende evitar de nuevo las grandes deficiencias en el sistema financiero que detonaron las crisis financieras. El objetivo es precisamente multiplicar los requerimientos que deben cumplir las entidades para inmunizarlas frente a futuras crisis y prevenir las consecuencias que esta ha tenido. La crisis del año 2008 ha puesto a prueba la calidad del capital y ha mostrado que, en situaciones de estrés, algunos de sus elementos tenían una capacidad limitada de absorción de pérdidas.

Después de la crisis del año 2008, el Comité de Basilea revisó la regulación sobre riesgo de mercado para tener en cuenta posibles eventos extremos. Se ha demostrado que el VaR no es un buen indicador en períodos de alta volatilidad y el ES se postula como una metodología mejor para determinadas carteras. El ES complementa la información reportada por el VaR y además es especialmente interesante en las distribuciones que presentan colas gruesas como las carteras de opciones. La utilización del ES en lugar del VaR como nueva métrica para el cálculo de capital regulatorio por riesgo de mercado, (todavía se encuentra en definición por parte del Comité), es una medida conservadora de riesgo. El ES es una medida que relaciona ambas pérdidas, la que se espera en condiciones normales de mercado y la que se espera obtener en movimientos extremos. Esto es debido a que el ES incorporara el riesgo de cola en el cálculo del capital regulatorio por riesgo de mercado. Es por ello que esta medida ha sido analizada en esta tesis comparándola con el VaR.

Este trabajo de investigación tiene un doble objetivo: por un lado, analizar el comportamiento del VaR por dos métodos diferentes, percentil y percentil ponderado, en un período histórico extenso desde junio del año 2004 hasta diciembre del año 2014. Por otro lado, se trataría de profundizar en la comparación con otras métricas como el ES y el SVaR. A la luz de los resultados anteriores, se alcanza la finalidad última de esta tesis, demostrar que si se hubiera utilizado un método que fuera el VaR máximo del VaR por percentil y percentil ponderado durante el periodo de crisis, se hubieran producido menos excesos y los parámetros de backtesting hubieran sido mejores que la utilización de los métodos individuales, con unos consumos de capital adecuados a los riesgos asumidos. Es aquí donde entra en funcionamiento un factor que no se referencia y, que desde mi punto de

vista es muy importante en el VaR, el factor humano. Los equipos de riesgo de mercado deben entender la tecnología, cómo interpretar los resultados de análisis de VaR y sopesar si se necesitan otras medidas para calibrarlo o complementarlo. Durante la crisis se podría haber utilizado la metodología de VaR máximo entre los métodos de percentil y percentil ponderado, lo que hubiera hecho que los días en que el modelo de VaR se encontraba en la zona roja definida por Basilea debido al número de excepciones (indica claramente que hay un problema con el modelo de VaR, que puede conducir automáticamente a un rechazo del modelo por los reguladores), hubiera sido menor que utilizando uno solo de los métodos de VaR. Por ello, es necesario potenciar, en los equipos de riesgos, la calibración y contrastación continua de los modelos, para buscar soluciones, como en este caso, al alcance de la mano, con la combinación de dos métodos de cálculo, sin necesidad de recurrir a otras complejas medidas de riesgos, para mejorar los modelos existentes. El VaR calculado por ponderación uniforme o percentil, es adecuado en aquellos casos en que la volatilidad varía poco en el tiempo o lo hace gradualmente. El VaR calculado por el método de pesos exponenciales o percentil ponderado es más indicado sobre todo cuando las series de precios sufren cambios severos de volatilidad. Al introducir la ponderación en el modelo, se le otorga más peso a las observaciones más recientes ($\lambda=0,94$), y el VaR puede reflejar rápidamente los cambios en la volatilidad.

Este estudio, realizado para varios activos (tipo de cambio, tipo de interés, crédito corporativo, riesgo soberano, materias primas y renta variable), permite llegar a las siguientes conclusiones:

- En primer lugar, se ha realizado un análisis de excesos contrastando los resultados (PL) para los distintos factores de riesgo, considerando excedido todo aquel PL que

supere la cifra de VaR del día anterior. En todos los factores de riesgo analizados, en el caso de que el VaR se obtenga como el máximo entre ambas metodologías (percentil y percentil ponderado), el número de excesos se reduce significativamente.

- Adicionalmente, se destaca que en el caso de VaR máximo de ambos métodos (percentil y percentil ponderado), solamente estaríamos en la zona roja o de peligro marcada por Basilea (número de excepciones por encima de 10, donde la K regulatoria es máxima, $K=4$), en el caso de que el subyacente analizado sea el crédito corporativo, en el período 2007-2008 y materias primas en el periodo 2008-2009.

Sin embargo, para el VaR calculado por uno solo de los métodos, son numerosos los casos en los que el modelo se encuentra en zona roja para los distintos subyacentes.

Además, para todos los subyacentes analizados, siempre el modelo de VaR máximo de ambos métodos (percentil y percentil ponderado) registra el menor número de días en zona roja.

- En este estudio se demuestra que el consumo de capital, utilizando el máximo de ambos métodos, ofrece valores en muchos casos más favorables que los obtenidos utilizando métodos individuales. Esto es debido a que, al presentar un número menor de excesos, el recargo regulatorio que se desprende del backtesting (K_r) es menor en el caso de utilizar el VaR máximo.

Como conclusión final, los resultados que se obtienen en esta tesis sustentan la idea de que

en cada momento debe ser usado el VaR máximo calculado por ambos métodos. Tiene la ventaja de que el VaR por percentil ponderado va a reaccionar rápidamente ante los movimientos de mercado. Por otra parte, en épocas de estabilidad, el VaR que predomina es el calculado por percentil reflejando, por tanto, la volatilidad de largo plazo de la serie histórica de 520 datos. Este método de cálculo responde lentamente a cambios significativos en la volatilidad. Al utilizar el método de VaR máximo (percentil vs percentil ponderado) en muchos casos el consumo de capital es muy cercano al inferior de los métodos individuales, generando un consumo de capital óptimo. Además, en la mayoría de los casos este método permitirá que el modelo no esté sujeto a revisión por el supervisor, al encontrarse fuera de la zona roja de excepciones. Los excesos de backtesting se reducen significativamente si se utiliza una combinación de ambos métodos permitiendo que el modelo se encuentre en la mayoría de los casos en la zona verde establecida por Basilea.

El tener un modelo de VaR óptimo va a reducir los requerimientos de capital del banco. Si se usa un modelo de VaR muy conservador, se provoca un alto consumo de capital, el número de excesos será bajo y, por este motivo, no se producirá un recargo regulatorio. Si se utiliza un modelo de VaR muy agresivo, el consumo de capital será bajo, pero tendrá un número importante de excesos en VaR que penalizarán la carga de capital por VaR, e incluso puede el regulador declarar el modelo como no adecuado.

Sin embargo, como todos los estudios, esta tesis no está exenta de limitaciones. Como limitación principal de este trabajo es que se ha realizado un análisis para cada activo individualmente y no se realiza un análisis de una “cartera”, entre otras razones, porque se ha considerado que en el análisis de la cartera las conclusiones variarían dependiendo de la

composición nominal de los subyacentes individuales. Los resultados no podrían extrapolarse.

Como posible extensión futura de este trabajo sería analizar el comportamiento de las nuevas medidas propuestas por el Comité de Basilea en los últimos documentos publicados, para el periodo que hemos estudiado en este trabajo, realizando una comparativa con los métodos de VaR. De hecho, este comité regulatorio publicó en mayo del año 2012 el primer documento consultivo para la revisión fundamental del marco regulatorio de la cartera de negociación. En octubre del año 2013 hizo público el segundo documento consultivo, en el que daba un mayor detalle de las medidas adoptadas en el primer documento. En diciembre del año 2014 publicó el tercer documento consultivo sobre “Fundamental review of the Trading Book: outstanding issues”, donde se tienen en cuenta los comentarios de las entidades y en septiembre de este año se publicó el estudio del impacto cuantitativo de las posibles medidas a adoptar. En el año 2015 se publicó otro estudio cuantitativo con los últimos cambios introducidos, sobre el que se irán calibrando las nuevas medidas que entrarán en vigor. A finalizar el año 2015 se prevé que el BCBS publicará el documento definitivo, que podría servirnos de línea futura de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abascal, M. (2010). Impactos de Basilea III, *El país Negocios*, 10 de octubre

Acerbi C., Tasche D., (2002). Expected Shortfall: a natural coherent alternative to value at Risk.,
Economic notes, volume 31, issues 2, pages 379-388, july

Alonso A. (2004). Basilea II y la banca de desarrollo. Programa Alide, Banco de España
Instituciones Financieras.

Alvarez J. (2010). Basilea III Respuesta a la crisis, *periódico Expansión*, 27 mayo, p. 74

Aragonés J., Blanco C., 2008. Incorporating correlation regimes in an integrated stressed risk
modeling process, *Journal of Economics and Finance*, vol 32, pages 148-157

Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J.-M. and Heath, D. (1997). Thinking coherently,
Risk 10, pp. 68–71.

Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J.-M. and Heath, D. (1999). Coherent measures
of risk, *Mathematical Finance* 9, 3, pp. 203–228.

Ayón, M.; Carvajal A. y Diamond A. (2010) ¿Por qué Basilea II?, KPMG Financial Services.

Balbas A, (2010). VaR y CVaR como medidas de Riesgos: el concepto de good deal, Real Academia de ciencias y Universidad Carlos III de Madrid

Basel Committee on Banking Supervision (2009a). *Principles for sound Stressed testing practices and supervision*, Consultative Document, January, BIS.

Basel Committee on Banking Supervision (2009b). Revisions to the Basel II Market Risk Framework, July, BIS

Basel Committee on Banking Supervision (2010a). Basilea III: Marco regulador global para reforzar los bancos y sistemas bancarios, diciembre, BIS

Basel Committee on Banking Supervision (2010b). Results of the comprehensive quantitative impact study, december, BIS

Basel Committee on Banking Supervision (2011a). Interpretative Issues with respect to the revision to the Market Risk Framework, BIS

Basel Committee on Banking Supervision (2011b). Messages from the academic literature on risk measurement for the trading book, working paper No 19, BIS.

Basel Committee on Banking Supervision (2010). Result of the comprehensive Quantitative Impact Study, BIS.

Beattie, V.A, Casson, P.D. ; Sale, R.S; Mckenzie, G.W.; Sutcliffe, C.M.S.; Turner, M.J. (1995). *Banks and bad debts*, Chichester: Wiley

Becerra, G.; Guzmán, A y Trujillo, M.A. (2006). La importancia de la administración del Riesgo Operativo en las Entidades Crediticias, *Revista Universidad y Empresa*, 5(10), 271-290.

Becerra O., Melo L., (2005). Medidas de riesgo, características y técnicas de medición: una aplicación del VaR y del ES a la tasa interbancaria de Colombia, Banco de la Republica de Colombia.

Berner, R. (2010). Stressed VaR and Systemic Risk Indicators, IMF Conference On Operationalizing Systemic Risk Monitoring, Morgan Stanley

Berges, A. y Valero, F. (2010). Basilea III aprieta, pero no ahoga, *El país Negocios*, 19 de septiembre

Campbell, A. (2011). Falling VaR reflects calmer year and warier bankers, Risk.net, February

Carrillo, S. (2005). Basilea II: una mirada crítica. *Mediterráneo Económico*, 8, 283-306.

- Caruana, J. (2004). Basilea II Un nuevo enfoque de supervisión Bancaria, IV Seminario Internacional Anual sobre Desafíos de Política para el Sector Financiero: Basilea II – el sistema bancario internacional en la encrucijada”, 1º de junio de 2004, Washington D.C.
- Caruana, J. (2010). Basilea III: hacia un sistema financiero más seguro, BIS 3º Conferencia Internacional de Banca, Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, Madrid Wellink N, 2010 , Basilea III un nuevo panorama regulador, 16ª Conferencia Internacional de Supervisores Bancarios, Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, Singapur
- Carver L., (2013).Mooted VaR Substitute cannot be back-tested, says top quant Risk Magazine, march
- Cecchetti, S. (2010).La reforma financiera: Progresos hasta ahora. (Foro Económico de Westminster, BIS, Londres
- Christofferssen, P. and Pelletier, P. (2004). Backtesting Value at Risk: A Duration-Based Approach, Journal of Empirical Finance, 2, 84-108
- Clark J. (2010). Back to the drawing Board for Trading Book Rules, Risk.net .
- Comite de Basilea de Supervisión Bancaria (1996). Supervisory Framework For the Use of “Backtesting” in Conjunction With The Internal Models Approach to Market Risk Capital Requeriments, www.bis.org.

Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, (2010a). Marco Regulador Internacional para Bancos (Basilea III), BIS

Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, (2010b). La respuesta del Comité de Basilea a la crisis financiera: informe al G-20, BIS

Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (2012).Revisión Fundamental de la cartera de Negociación, BIS, mayo.

Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, (2015a). Reformas del Comité de Supervisión Bancaria de Basilea – Basilea III, BIS

Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, (2015b). Basilea III:disposiciones transitorias, BIS

Commission of the European Communities (2009a) , “Accompanying document to the proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Capital Requirements Directive on trading book, securitization issues and remuneration policies”, Julio , pp. 9.

Commission of the European Communities (2009b) “Documento de trabajo de los servicios de la Comisión que acompaña a la Propuesta de Directiva de Parlamento Europeo y del Consejo por la que se modifican las Directivas sobre requisitos de capital en lo que respecta a la cartera de negociación, las titulizaciones y las políticas remunerativas”, Julio.

Contreras P. (2010). Is VaR a useful Tool in volatile Markets?, Risk.net, October

Damodaran, A. (2007). Value at Risk, VaR. Working Paper, Stern School of Business at New York University. www.stern.nyu.edu

Donges, J. (2010). Basilea III tarea inacabada. ABC Empresa, 10 octubre, p. 5

Dowd, K. (1998b). Beyond Value at Risk, The New Science of Risk Management, John Wiley & Sons, England

Dowd, K., Woods, M., and Humprey, C. (2008). The Value of risk reporting: A critical analysis of VaR disclosures in the banking sector, *Journal Finance Services Management*, 3(1), 45-62.

EBA (CP48) 30 November 2011, Consultation Paper on the Draft Guidelines on Stressed Value at Risk (Stressed VaR),

Einhorn, D. (2008). Private Profits and Socialized Risk, Global Association of Risk Professional, June/July

Feria J., Oliver J. (2006). Más allá del Valor en Riesgo (VaR), el VaR Condicional, Universidad Pablo de Olavide, Universidad de Sevilla, noviembre.

Fernández, J. y Gutiérrez C. (2006).Evolución del proceso de regulación Bancario hasta Basilea II; Características y posibles efectos, *Pecnia*, 2, 23-63

Franco L., Francho L., (2005) .El Valor en Riesgo Condicional CVaR como medida coherente de Riesgo, *Revista Ingenierías*.

Garcia-Lozano, (2009). Una de las lecciones de esta crisis es la necesidad de transparencia, sobre Basilea II. *Expansión*, 18 mayo.

Gerencia de Análisis del Sistema (2003). Basilea II: Hacia un nuevo Esquema de Medición de Riesgos. Superintendencia de Entidades Financieras y Cambiarias.

Gerson Lehman Group Expert Contributor (2009). Stressed Value-at-Risk To Be Required by the Revised Basel II Capital Framework, Intelligently Connecting Institutions and Expertise, www.glgroup.com , August 01.

Greene, S. (2009). How can we evaluate the risk measure in action? , *Financial Times*, April 13, p. 6B.

Grunspan, T. and Hill, N. (2009). Proposed Basel II Rules Would Require Banks To Hold More Capital Against Trading Risk, *Standard & Poor's*.

Gustafson, C.R. (2004). Limitations of Value-at-Risk (VaR) for Budget Analysis. *Agribusiness & Applied Economics*, Miscellaneous Report No. 194.

- Haas, M. (2001). New Methods in Backtesting, Financial Engineering, Research Center Caesar, Bonn.
- Held, G.; Jimenez, C. y Romero, R. (2008). Capital Regulatorio en los Bancos en la implementación de Basilea II. Documento de Trabajo Consultivo, Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras Chile.
- Iglesias-Sarria, C. y Vargas, F. (2002). Basilea II: Desarrollos desde la publicación del papel consultivo de enero de 2001. *Estabilidad Financiera*, 2, Marzo, 11-35.
- Instituto de Estudios Socioeconómicos de Cajamar (2002). El Riesgo en la industria bancaria una aproximación a Basilea II, Almería, España.
- Jara R., Melgar P., (2007). VaR vs CVaR, ¿Qué estimador se ajusta mejor al riesgo de mercado de renta variable en el Perú, www.griskm.com.
- Jorion, P. (1996). Risk: Measuring the Risk in Value at Risk. *Financial Analysts Journal*, November-December, pp. 87-97.
- Jorion, P. (1997). Roundtable the limits of VaR. *Derivatives Strategy*. April.
- Jorion, P. (2001). Value at Risk, The New Benchmark for Managing Financial Risk, 2nd Edition, McGraw-Hill.

- Jorion, P. (2006). *Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Derivatives Risk*. Third edition. The McGraw-Hill Companies.
- Kaufman, G.G.(1992).Capital in banking: past, present and future, *Journal of financial services, research*, 5, 385-402.
- Kaufman, G.G.(1996).Bank Failures, systemic risk, and bank regulation, *Cato Journal*, Vol. 16, 1, spring/summer.
- Kiohos A., Dimopoulos A., (2004). Estimation portfolio VaR with three different methods: Financial Institution Risk Management Approach, *Spoudai*, Vol. 54, No 2, University of Piraeus 59-83.
- Knop R., Vidal J., Ordovas R.(2004). Medición de Riesgos de Mercado y Crédito , *Ariel*.
- Krause, A. (2003) Exploring the Limitations of Value at Risk : How Good Is It in Practice?, *The Journal of Risk Finance*, 4(2), 19-28.
- Kritzman, M. and Ritch, D. (2002), The Mismeasurement of Risk, *Financial Analysts Journal*, 58(3), May/June.
- Krohmal P., Palmquist J., Uryasev S., (2002) ,Portfolio Optimization with Conditional Value-at-Risk Objective and Constraint, *Journal of risk* 4, pages 43-68.

- Kuester K., Mittnik S. and Paolella M. (2006). Value-at-Risk Prediction: A Comparison of Alternative Strategies, *Journal of Financial Econometrics*, 4(1), 53–89.
- Kupiec, P. (1995). Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Management Models, *Journal of Derivatives* 3: 73-84
- Levy-Rueff, G. (2005). Significance and limitations of the VaR figures publicly disclosed by large financial institutions, *Financial Stability Review*, 7, 75-90.
- Linsmeier T.J. and Pearson, N.D. (2000). Value At Risk, Association for Investment Management and Research, March/April 2000, 47-67.
- Lieng-Seng, W. and Lee, J. (1999). Integrating Stressed testing with risk management, *Bank Accounting & Finance*, spring 1999, 7-19.
- López, J. M. (2006). Visión de un Banquero ante el reto de Basilea II, Seminario Internacional Nuevo Acuerdo de Basilea II: Retos y Oportunidades.
- Mak, P. and Meng Q., (2014). Value at Risk and Expected Shortfall: A comparative analysis of performance in normal and crisis market, Simon Fraser University, Summer 2014.
- Management Solutions, (2010). Basilea III y la regulación en la industria bancaria, reflexiones sobre los cambios regulatorios en el contexto actual, www.msspain.com.

Martinez M, del Pozo E.,(2010). La banca inicia la cuenta atrás para la gran reforma de Basilea, *Expansión*, 27 de mayo, p.p. 72.

Mausser, H. and Rosen, D. (1998). Beyond VaR: From Measuring Risk to Managing Risk, *Algo Research Quaterly*, 1(2), pp. 5-20.

McNeil, A, R Frey and P Embrechts (2005): *Quantitative risk management*, Princeton.

Montoro A. (2011) Modelling and validating new market risk approaches – IRC, CRM &Stressed VaR, incisivetraing conference, London, March.

Moreno M. (2010) Basilea III: La Nueva Tormenta Regulatoria que amenaza a la Banca Europea, *Cinco días*, 1 de marzo.

Nieppola O.(2009).Backtesting Value-at-Risk Models, Helsinki School of Economics.

Nuxoll, D.A. (1999). Internal Risk-Management Models as a Basis for Capital Requirement, *FDIC Banking Review*, May, 18-29.

Pengelly, M. (2009). Banks Struggle With Basel 2.5, *Risk Magazine*, September.

Pengelly, M. (2011). Stressed VaR Questioned By Risk Manager, *Risk.net* , February

Powell R., Allen D., (2009). CVaR and Credit Risk Measurement, School of Accounting Finance and Economics, Agosto.

PwC's Financial Services Institute (2010). The New Basel III Framework: Navigating Changes in Bank Capital Management, PwC.

Rockafeller R., Uryasev. S. (2000). Optimizations of Conditional Value-at-Risk, Journal of risk, pages 21-42.

Rockafellar R., Uryasev S., (2002). Conditional Value at Risk for general loss distributions, Journal of banking & finance – Elsevier.

Sarikalin S., Serraino G., Uryasev S., (2008). VaR vs Conditional VaR in Risk Management and Optimization. Informs 2008.

Saurina Salas, J. (2002). Solvencia bancaria, riesgo de crédito y regulación pública: el caso de la provisión estadística española, Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública, 161-2, 129-150.

Standard & Poor's, (2008) Trading Losses at Financial Institutions Underscore Need for Greater Market Risk Capital, Rating Direct Standard & Poor's, April 15.

Styblo, T. (1995). VAR: Seductive but Dangerous. *Financial Analysts Journal*, September-October, pp. 47-56.

Svarzman, M. (2004). Basilea II, Un gran incentivo a la gestión de Riesgos, Sistemas Informáticos.

Taleb, N. (1997), Against VaR. Journal: Derivatives Strategy. April.

Uryasev S.,(2000) “Conditional Value at Risk (CVaR): Algorithmic and Applications”,
Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering, March 28.

Wellink N. (2010). Basilea III un nuevo panorama regulador, 16ª Conferencia Internacional de
Supervisores Bancarios, Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, Singapur

Wood, D. (2009). Trading Books Rules fail to Shed Light on Bank Capital needs, Risk Magazine,
November.

Yamai T., Yoshida T., (2002). Comparative Analyses of Expected Shortfall and Value at Risk:
Their estimation error, decomposition, and Optimization, Monetary and Economic studies,
January, pages 87-122.

Yamai T., Yoshida T., (2005). Value-at-Risk versus expected shortfall: a practical perspective,
Journal of Banking & Finance 29, pages 997–1015.